

EDITORIAL 03

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Programas estratégicos
de la División de Ingeniería 05
M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa

El futuro de la ciudad de Hermosillo 13
M.C. Jesús Manuel Sortillón Valenzuela

Nanoreactores inteligentes 19
Dra. Judith Tánori Córdova

El diseño de un modelo estructural
para ambientes de producción con
productos múltiples 24
Dr. Luis Felipe Romero

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y DE LA SALUD

Divulgación científica: compromiso
institucional y su potencial en la División
de Ciencias Biológicas y de la Salud 32
Dr. Samuel Galavíz Moreno

La Diabetes Mellitus Tipo II:
estrategias actuales para conocer
y enfrentar al enemigo 38
Dra. María del Carmen Candia

Defensas inmunes en Giardiasis 44
Dr. Carlos Arturo Velásquez Contreras

Orientación Nutricional:
educación para la salud 51
Dr. Samuel Galavíz Moreno
M.C. María Esther Orozco García
Q.B. Armida Espinoza López

contenido

DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

55 Las Ciencias Exactas y Naturales
en la Universidad de Sonora
Dr. Rogelio Monreal Saavedra

64 El Dr. Fernando José López López
y el Observatorio Astronómico
de la Universidad de Sonora
Dr. Julio Saucedo Morales

72 Las Radiaciones y sus aplicaciones
Dr. Rodrigo Meléndrez Amavizca

COLABORACIONES

83 Ciencia, Tecnología y Sociedad:
elementos básicos para promover
una cultura sustentable
Ing. Rafael Pacheco Rodríguez

91 De números numerales y matemáticas
Mat. Marco Antonio Valencia Arvizu

99 La necesaria interrelación entre
la Ciencia y la Ingeniería
M.C. Roberto Jiménez Ornelas

105 Cuento Ciencia Ficción
" El reloj solar ausente"
M.C. Raúl Pérez Enríquez



El saber de mis hijos
hará mi grandeza

UNIVERSIDAD DE SONORA

Dr. Pedro Ortega Romero
Rector

Dr. Enrique Velásquez Contreras
Secretario General Académico

M.C. Arturo Ojeda de la Cruz
Secretario General Administrativo

Dr. Heriberto Grijalva Monteverde
Vicerrector Unidad Regional Centro

DIRECCIÓN GENERAL

M.C. Ma. de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Directora de la División de Ingeniería

Dr. Rogelio Monreal Saavedra
Director División de
Ciencias Exactas y Naturales

Dr. Samuel Galavíz Moreno
Director de la División de
Ciencias Biológicas y de la Salud

DIRECCIÓN EJECUTIVA

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez
M.C. Roberto Jiménez Ornelas
Dr. Marco Antonio Valencia Sánchez

DISEÑO

Brenda Guerrero Zerón

CORRECCIÓN DE ESTILO

Mtra. Hortensia Orozco
Buffet de corrección de estilo
Dpto. de Letras y Lingüística, Unison

IMPRESIÓN

Color Express de México, S. A. de C. V.
12 de octubre No. 130
Col. San Benito
Hermosillo, Sonora, México

EPISTEMUS

©Universidad de Sonora

EPISTEMUS, es una publicación semestral de divulgación, de las divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Ciencias Biológicas y de la Salud, con un tiraje de 1000 ejemplares. Contacte con nosotros en el correo electrónico: pacheco@correom.uson.mx o en el teléfono (016622)259-21-57

editorial

La globalización de la economía mundial ha significado para las sociedades contemporáneas el impulso de la ciencia y la tecnología y su influencia sobre otros sectores de la sociedad, por ejemplo el desarrollo impresionante del área de la informática.

Las universidades por ser generadoras de conocimiento científico, tecnológico y humanístico están destinadas a desempeñar un papel importante en el desarrollo económico sustentable de los países y las regiones. Las instituciones de educación superior no sólo deben enseñar e investigar sino ahora también estarán alertas a la orientación del uso que se le dé al conocimiento en los diferentes sectores sociales.

Por lo anterior, resulta de gran importancia para nuestra institución que hagamos esfuerzos por difundir y divulgar el conocimiento que producimos y enseñamos hacia sectores como el educativo y el productivo entre otros. Si estamos de acuerdo en lo anterior, seguramente coincidiremos en que el conocimiento de calidad debe de estar al alcance de los diversos sectores de la sociedad. Pero, no sólo se precisa la generación de conocimiento. La utilidad del mismo radica en gran medida en la difusión (o transmisión) que las instituciones podamos realizar para hacerlo accesible a la población. En este sentido, consideramos pertinente reforzar los puentes que construyamos para mantener a la sociedad informada. En este contexto surge el proyecto de la revista interdivisional *Epistemus*

Las Divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Biológicas y de la Salud de la Unidad Regional Centro de de la Universidad de Sonora, deciden integrar este esfuerzo editorial para fomentar una cultura científica y tecnológica. Se pretende que la revista sea consultada por integrantes del sector educativo, maestros, investigadores y alumnos, así como por los sectores productivos y gubernamentales. El objetivo es mostrar en forma accesible el conocimiento que se crea, se reproduce y se enseña en nuestra alma mater en las áreas de ciencias exactas y naturales, ingenierías, y ciencias biológicas y de la salud. La revista abordará temas diversos relacionadas con los recursos naturales, el agua, alimentos, materiales, planeación urbana, salud, medio ambiente, minería, metalurgia, construcción, agricultura, acuicultura, física, geología, metalurgia, industria, electrónica, entre otras.

En este número se incluyen temas diversos tales como: descripción de los programas estratégicos de la Divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Ciencias Biológicas y de la Salud. Se exponen aspectos generales sobre su conformación académica, retos y planes de desarrollo; se presentan también avances y resultados de proyectos de investigación sobre nanomateriales, salud y la prevención de enfermedades, nutrición, la radiación y sus aplicaciones, astronomía. Destacan también temas regionales como el del agua en el estado de Sonora y una solución a futuro, recomendaciones para mejorar la eficiencia del proceso industrial, la importancia de la divulgación científica, las ingenierías y la ciencia, la historia de los números, entre otros.

Este esfuerzo editorial de divulgación contará con una amplia distribución en el estado de Sonora, en la región noroeste y en el país. Su edición será semestral.

El éxito de este proyecto sólo se alcanzará en la medida que podamos evaluar nuestra contribución para lograr una vida plena de la población mexicana.

Esperamos lograr nuestro cometido.

Directores de División

M.C. Ma. de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Dr. Samuel Galavíz Moreno
Dr. Rogelio Monreal Saavedra

bases

PARA PARTICIPAR CON ARTÍCULOS O COLABORACIONES EN LA REVISTA

La ciencia y la tecnología son consideradas pilares fundamentales sobre los que se sustenta el desarrollo de un país, en la denominada era del conocimiento, es un imperativo fortalecer el enlace entre los que generan el conocimiento y los beneficiados de ello: la sociedad. Uno de los aspectos que distinguen a la Universidad de Sonora, de otras instituciones del estado, es que genera conocimiento nuevo a través de proyectos de investigación científica y tecnológica sin embargo, muy poco conoce la sociedad de estos logros o avances. Por ello las Divisiones de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales y Biológicas y de la Salud, crean la revista *Epistemus* la cual constituye un medio de comunicación a través de la cual se darán a conocer en forma comprensible las investigaciones realizadas, proyectos, programas docentes y de vinculación en las tres Divisiones.

OBJETIVO DE LA REVISTA

Promover una cultura científica, tecnológica y de la salud de la sociedad, así como fortalecer la vinculación entre la Universidad de Sonora con los diversos sectores de la sociedad.

ÁREAS GENERALES DE CONOCIMIENTO:

- Ingenierías: Materiales, metalurgia, civil, minas, industrial, ambiental, hidráulica, sistemas de información.
- Ciencias exactas y naturales: geología, física, matemáticas.
- Ciencias biológicas y de la salud: investigación en alimentos, desarrollo regional, acuicultura, medicina, biología, agricultura.

DIRIGIDA A:

Los sectores relacionados con la educación, la investigación, empresarios, entidades gubernamentales, estudiantes de nivel medio superior y superior y a la sociedad en general.

ENFOQUE DE LOS ARTÍCULOS

- Los artículos reflejarán lo más trascendente de la producción académica y sobre todo de los proyectos que permitan reflejar la calidad en ciencia y tecnología y sociedad que se produce en nuestra universidad y en particular de las tres Divisiones.
- Los artículos deberán de hacer mención de la trascendencia de lo expuesto su impacto en el conocimiento nuevo, en la solución de problemáticas específicas de la sociedad, del sector industrial, de la educación, etcétera.
- Se incluirán artículos que integren y reflexionen en torno a la ciencia, tecnología y sociedad que aporten elementos precisos que permitan profundizar en el análisis y proponer esquemas de colaboración entre los que producen el conocimiento y los beneficiarios o usuarios potenciales.

- El lenguaje escrito empleado debe ser de divulgación, comprensible para un público no especializado de nivel bachillerato aproximadamente, industriales, profesionistas de otras especialidades..

ARBITRAJE

En todos los casos los artículos serán arbitrados por los pares académicos. Se procurará que el lenguaje y el significado de lo expuesto no pierda la idea original al tratarlos como artículos de divulgación, para ello se contará con el apoyo de académicos de expertos en divulgación científica.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTÍCULOS:

- La extensión de los artículos será mínimo 4 cuartillas y máxima de 6, con figuras y fotos.
- Incluir fotos y gráficos de buena calidad.
- Utilizar tipo de letra arial de 12 puntos a doble espacio.
- Incluir la referencia bibliográfica al final, señalando con número en paréntesis la referencia del texto.
- Incluir un resumen de media cuartilla así como los datos curriculares de los autores especificando el nombre de adscripción y correo electrónico.

CONTENIDO DE LA REVISTA:

Artículos de proyectos, reseñas, ensayos, información de interés, noticias de interés, eventos relevantes, convocatorias, etc.

FECHAS PARA LA RECEPCIÓN DE ARTÍCULOS DEL SEGUNDO NUMERO:

Fecha límite de recepción de artículos: **25 de octubre** de 2006.

Entrega: con el responsable de la División

Revisión, arbitraje y corrección: del 15 de octubre al 15 de noviembre.

Diseño e impresión: del 15 de noviembre al 15 de diciembre de 2006.

ENVÍO DE COLABORACIONES:

División de Ingeniería

Rafael Pacheco Rodríguez: pacheco@correom.uson.mx

División de Ciencias Exactas y Naturales

Roberto Jiménez Ornelas: rjimenez@fisica.uson.mx

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Marco Antonio Valencia Sánchez: mavs@guayacan.uson.mx

PROGRAMAS ESTRATÉGICOS DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

MARÍA DE LOS ÁNGELES NAVARRETE HINOJOSA

Este artículo tiene como objetivo dar a conocer los diversos programas y actividades académicas que componen a la División de Ingeniería de la Unidad Regional Centro de la Universidad de Sonora. En él se presentan varias secciones: en la primera, se describe la evolución e importancia que a través del tiempo ha tenido la ingeniería en la sociedad. En la segunda sección, se incluye el esbozo de los programas académicos, de esta instancia académico-administrativa, así como cierta información sobre alumnos, planta académica y productos académicos y finalmente se plasman algunas de las estrategias generales por seguir y las líneas de acción prioritarias que orientan el trabajo al interior de la División. En la tercera sección, se incluyen algunas reflexiones sobre los retos que, en particular, enfrenta la División de Ingeniería

M.C. María de los Ángeles Navarrete Hinojosa
Directora de la División de Ingeniería
Universidad de Sonora
Ingeniería Industrial Administrativa,
Maestría en Administración por la UNISON,
Maestría en Ingeniería Industrial opción Manufactura
Avanzada por New Mexico State University
mnavarrete@industrial.uson.mx

IMPORTANCIA DE LA INGENIERÍA EN EL DESARROLLO

De acuerdo a la Academia Nacional de Ingeniería, la ingeniería es la disciplina cuya actividad profesional utiliza, modifica y combina materiales, energía e información, con apoyo de máquinas, recursos financieros y trabajo humano, a fin de realizar lo físicamente nuevo y operar y administrar lo existente. Su accionar profesional consiste en solucionar problemas concretos permitiendo satisfacer necesidades, requerimientos o iniciativas, procurando la mayor utilidad y economía, y contribuyendo así a sostener y mejorar las condiciones de vida de personas y comunidades y a facilitar e impulsar la seguridad, la equidad social y la sustentabilidad ambiental.

La profesión actual de la ingeniería está involucrada con el diseño, construcción y manufactura de la mayoría de los dispositivos, sistemas y estructuras que caracterizan a la civilización. Los ingenieros tienen que ver, virtualmente, con cada actividad humana que se desarrolla en la sociedad industrial, desde la manufactura de computadoras, vehículos espaciales, comunicación por satélite, láseres, hasta la construcción de edificios, caminos, puertos, sistemas de alcantarillado, empaque de comida o manufactura de papel. En cierto grado, la historia de la ingeniería se relaciona con la historia del progreso de la humanidad y de cómo se han utilizado herramientas con el propósito de superar las limitaciones físicas y para modificar y controlar el medio ambiente natural.

La ingeniería es una profesión en continua transición. La historia revela que la actividad del ingeniero ha evolucionado para adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales.

Por lo anterior, los retos que tiene ante sí, la División de Ingeniería y el conjunto de departamentos y programas académicos que la integran, son grandes y de gran complejidad. Se originan de las numerosas demandas que impone la sociedad contemporánea, principalmente en lo referente a lo que se ha denominado sociedad del conocimiento y de la información, así como de las necesidades y condiciones específicas en que se encuentra nuestra entidad y región.





La planeación estratégica de la División y sus programas académicos, se ha construido a partir, además de sus fortalezas y debilidades internas, del análisis y reconocimiento de los profundos y acelerados cambios del contexto mundial, que generan nuevas relaciones sociales y fuertes repercusiones en la esfera de la organización de la producción y del ámbito del trabajo profesional.

¿CÓMO ESTÁ CONFORMADA LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA?



Congruente con la misión institucional, la División de Ingeniería asume como su misión fundamental, formar profesionistas de alto nivel académico, con un amplio desarrollo de la creatividad, actitud crítica, capacidad de autoaprendizaje y con una profunda responsabilidad y compromiso con su entorno; desarrollar labores de investigación científica y tecnológica con la sensibilidad social que requiere la búsqueda de soluciones a los problemas complejos del hombre, en su relación con la naturaleza y la sociedad; e impulsar la extensión de los servicios y divulgación científica, comprometiéndose con la difusión del conocimiento hacia todos los espacios sociales, y a mantener un vínculo vigoroso y permanente con la sociedad.

Como norma básica de actuación, el trabajo por desarrollarse en sus tres funciones sustantivas y a través de sus cuatro departamentos y nueve programas académicos, se orientará, primordialmente, a buscar respuestas y soluciones a las necesidades del desarrollo económico y tecnológico del estado, de la región y del país.

SITUACIÓN ACTUAL



La estructura organizacional de la División de Ingeniería, se integra por los departamentos de Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil y Minas, Ingeniería Química y Metalurgia y de Investigación en Polímeros y Materiales. Cuenta con una planta académica integrada por 231 profesores, 4 jefes de departamento, 13 presidentes de academia y 12 coordinadores de programa. Además

de lo anterior, existe la Coordinación de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica, y la Coordinación de Educación Continua y Vinculación con la Industria.

La oferta educativa de la División de Ingeniería se conforma de 9 programas: cinco de nivel licenciatura (Ingeniería Civil, Ingeniería Minera, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ingeniería en Sistemas de Información e Ingeniería Química), y cuatro de postgrado (Especialización en Desarrollo Sustentable, Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Maestría en Polímeros y Materiales y el Doctorado en Ciencias de los Materiales). Además, se espera iniciar en enero de 2007 con dos nuevos programas de maestría en Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil.

La totalidad de nuestros programas educativos de licenciatura han sido reconocidos por su calidad al recibir el 80% de ellos, la acreditación

por parte del Consejo para la Acreditación en la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) y el 20% restante, el nivel 1 de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES). Por su parte, el 75% de los programas de posgrado han sido aceptados dentro del Padrón Nacional de Posgrado (PNP). La población actual de los programas educativos asciende a 2,843 alumnos: 2,753 de nivel licenciatura y 90 de postgrado.

Algunos datos de la planta académica de la División de Ingeniería expresados en el cuadro 1, muestran entre las principales fortalezas académicas, que más de la mitad de profesores son de tiempo completo, y que existe un proceso de formación y actualización disciplinario intenso, con 25 profesores cursando estudios de doctorado. Asimismo, 15 académicos forman parte del SNI y 37 reúnen los requisitos exigidos en el perfil deseable de PROMEP.

Cuadro 1. Planta Académica de la División de Ingeniería

NÚMERO DE MAESTROS	DEPARTAMENTO				TOTAL DIVISIÓN DE INGENIERÍA
	INGENIERÍA CIVIL Y MINAS	INGENIERÍA INDUSTRIAL	INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA	INVESTIGACIÓN EN POLÍMEROS Y MATERIALES	
-Tiempo Completo (MTC)	44	37	34	11	126
-Tiempo Parcial (MHS)	39	53	8	5	105
Total de maestros	83	90	42	16	231
Maestros con					
- Maestría	25	32	13	16	70
- Doctorado	0	3	9	16	28
-Actualmente estudiando (solo MTC)	9	7	9	0	25
Pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores	0	2	5	8	15
Cuentan con perfil PROMEP	5	6	17	9	37

El trabajo académico de la comunidad de la División de Ingeniería, se realiza a través de academias y cuerpos académicos. Entre las funciones que llevan a cabo las academias, establecidas en su reglamento respectivo, se encuentran las de fortalecer, promover y desarrollar líneas de investigación, así como llevar a cabo proyectos de investigación. También, el personal académico de la División de Ingeniería se encuentra organizado en 13 cuerpos académicos.



Como parte del trabajo que realizan estas organizaciones académicas, se llevan a cabo múltiples acciones tales como presentación de ponencias nacionales e internacionales, publicación de artículos en revistas arbitradas proyectos de investigación.



El cuadro 2 resume dichas actividades realizadas en el periodo de junio de 2004 a septiembre de 2005.

Cuadro 2. Indicadores de la Actividad Académica Divisional. Ciclo 2004-2005

ACTIVIDAD ACADÉMICA DE LA DIVISIÓN	TOTAL
Cursos de formación o actualización organizados por la Institución e impartidos a personal académico de la División	20
Proyectos de Investigación iniciados con financiamiento interno o externo	44
Proyectos de Investigación concluidos con financiamiento interno o externo	40
Asistencias del Personal académico a eventos nacionales y extranjeros	30
Organización de eventos académicos tales como Ciclos de conferencias, seminarios, semanas culturales, concursos, coloquios, simposios.	13
Números de libros publicados por académicos	6
Materiales instruccionales producidos por académicos para apoyo a la docencia	49
Artículos publicados en revistas arbitradas	24
Artículos publicados en revistas no arbitradas	7
Cursos o diplomados de educación continua organizados	8
Número de Profesores visitantes	3
Profesores de la División que han realizado estancias en otras instituciones	2

La producción académica del personal de investigación de la División de Ingeniería, ha venido cobrando mayor importancia en cuanto al número de proyectos de investigación en los que fungen como responsables. En el ciclo 2004-2005 se realizaron 44 proyectos, de los cuales 29 tuvieron la participación de 45 estudiantes.

De los 130 proyectos multi e interdisciplinarios que se realizaron en el ciclo 2004-2005 al nivel de la Institución, 24 de ellos correspondieron a la División de Ingeniería, los cuales representaron 18.4 % por ciento del total del trabajo científico institucional.

Al nivel de dependencias académicas, el Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia es el que genera el mayor número de proyectos, sin embargo, el Departamento de Investigación en Polímeros y Materiales cuenta con una importante planta de investigadores que recibe financiamiento externo, posee el único cuerpo académico consolidado y reúne al mayor número de investigadores adscritos al SNI.

Con relación al número de artículos publicados, la División tuvo una producción anual de 31 artículos en el periodo 2004-2005, de los cuales 24 fueron con arbitraje, representando el 11 % del total de la Institución. De los artículos arbitrados, 9 fueron publicados en revistas científicas de países extranjeros y 15 en revistas nacionales.

La demanda de estudiantes para realizar estudios de posgrado, se espera que se incremente en el área de Polímeros y Materiales e Ingeniería Química, debido a los beneficios que tienen los alumnos al estar incluidos estos programas en el

PNP (Programa Nacional de Posgrado), al hacerse acreedores para recibir una beca y realizar sus estudios. En el caso de Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil, existen proyectos para iniciar el posgrado en el primer semestre de 2007, orientándose la maestría hacia un modelo profesionalizante y por información recabada en estudios de egresados de la licenciatura y sondeos de opinión, se conoce que la demanda potencial a estos programas es alta.

LA DIVULGACIÓN Y LA VINCULACIÓN

Por otra parte, la División de Ingeniería cuenta con la Coordinación de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica, y la Coordinación de Educación Continua y Vinculación con la Industria, encargadas de llevar a cabo las importantes funciones de divulgación, extensionismo y vinculación. Aunque hasta la fecha se han logrado avances significativos como son: la organización exitosa de ferias del empleo, concursos de vinculación con la industria, programa de prácticas profesionales y edición de la revista de divulgación Enlace, así como esta revista, estamos en un proceso de fortalecimiento de los programas para lograr un mayor impacto con base al plan de desarrollo institucional.

Igualmente, la División de Ingeniería destaca en lo relativo al número de materiales instruccionales y de difusión que genera su personal académico, ya que de 86 que se produjeron durante el ciclo 2004-2005 a nivel institucional, 49 fueron elaborados por académicos adscritos a esta División.

PROYECTOS ESTRATÉGICOS 2005-2009

1. El servicio social ha recibido en los últimos años un fuerte impulso, tanto a nivel institucional como divisional. La aprobación del Reglamento de Servicio Social revalorará esta función, para que signifique una contribución real a la solución de problemas que enfrentan las comunidades. De esta forma, se ha participado activamente en proyectos de servicio social en poblaciones como Pesqueira, Empalme y Mazatán, logrando, en esta labor comunitaria, reconocimientos y premios nacionales. El compromiso, en este sentido, es continuar impulsando a través de la firma de convenios, el desarrollo del servicio social en las comunidades.

2. Fomentar la movilidad estudiantil en todas las licenciaturas de la División para potenciar la formación académica y expandir el bagaje cultural de los estudiantes mediante el contacto con otras culturas.

3. Firmar convenios de colaboración académica con otras instituciones de educación superior para el intercambio de personal académico y desarrollo de estancias académicas; de investigación y desarrollo para impulsar proyectos conjuntos y con unidades de vinculación tecnológica, para la asistencia técnica a empresas de los sectores industrial y de servicios.

4. Fomentar la presencia de gestores en los principales polos industriales para la detección de necesidades.

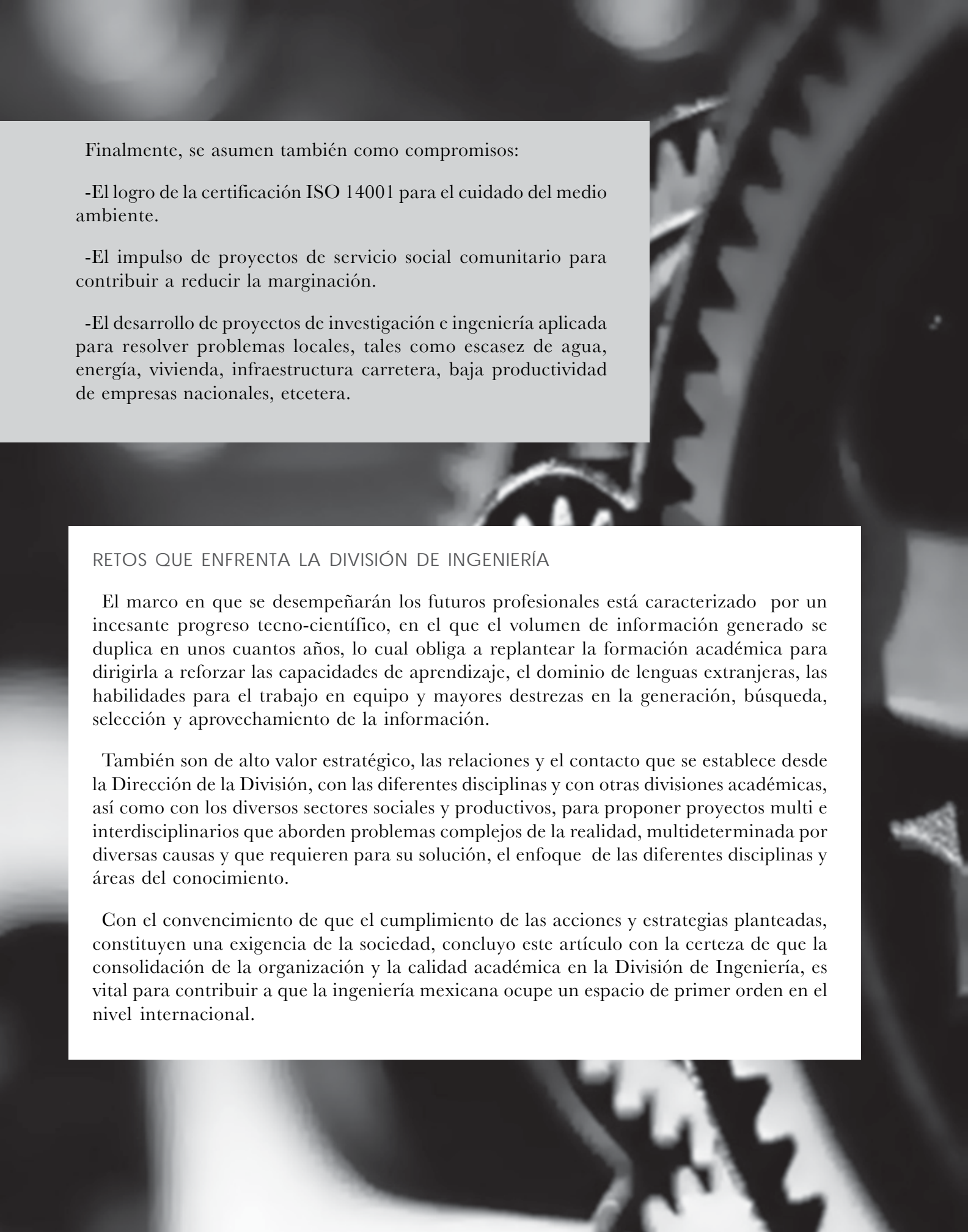
5. Continuar con el trabajo de fortalecimiento de los concursos de vinculación y las ferias de empleo.

6. Instalar el Centro Editorial Divisional e impulsar la formación de un Comité Editorial, mediante el cual se fortalezca la edición de revistas, no sólo de divulgación sino también científicas.

7. Crear un centro de consultoría y asesoría divisional, en donde puedan desarrollarse proyectos de investigación e ingeniería aplicadas y se integren acciones de vinculación tendientes a la solución de problemas de la sociedad.

8. Contribuir e impulsar la constitución de Asociaciones de Egresados.





Finalmente, se asumen también como compromisos:

- El logro de la certificación ISO 14001 para el cuidado del medio ambiente.

- El impulso de proyectos de servicio social comunitario para contribuir a reducir la marginación.

- El desarrollo de proyectos de investigación e ingeniería aplicada para resolver problemas locales, tales como escasez de agua, energía, vivienda, infraestructura carretera, baja productividad de empresas nacionales, etcetera.

RETOS QUE ENFRENTA LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

El marco en que se desempeñarán los futuros profesionales está caracterizado por un incesante progreso tecno-científico, en el que el volumen de información generado se duplica en unos cuantos años, lo cual obliga a replantear la formación académica para dirigirla a reforzar las capacidades de aprendizaje, el dominio de lenguas extranjeras, las habilidades para el trabajo en equipo y mayores destrezas en la generación, búsqueda, selección y aprovechamiento de la información.

También son de alto valor estratégico, las relaciones y el contacto que se establece desde la Dirección de la División, con las diferentes disciplinas y con otras divisiones académicas, así como con los diversos sectores sociales y productivos, para proponer proyectos multi e interdisciplinarios que aborden problemas complejos de la realidad, multideterminada por diversas causas y que requieren para su solución, el enfoque de las diferentes disciplinas y áreas del conocimiento.

Con el convencimiento de que el cumplimiento de las acciones y estrategias planteadas, constituyen una exigencia de la sociedad, concluyo este artículo con la certeza de que la consolidación de la organización y la calidad académica en la División de Ingeniería, es vital para contribuir a que la ingeniería mexicana ocupe un espacio de primer orden en el nivel internacional.

EL FUTURO DE LA CIUDAD DE HERMOSILLO

ELEMENTOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES

MANUEL DE JESÚS SORTILLÓN VALENZUELA

Se presenta un análisis general de los problemas que afectan la calidad de vida en la ciudad de Hermosillo, incluyendo una serie de acciones a seguir en la que destaca la formación de un organismo de expertos “Sonora Siglo XXI”, con perfil legal y avalada por el Congreso del Estado, a fin de generar planes de desarrollo a largo plazo para las ciudades de Sonora. Criterios de ahorro en el consumo de energía y agua potable, así como énfasis en el confort climático natural deberán ser considerados como exigencias prioritarias para las comunidades que habrán de desarrollarse en una estrategia de buscar el mejor futuro para Sonora.

Ing. Manuel de Jesús Sortillón Valenzuela
Profesor Investigador del Departamento
de Ingeniería Civil y Minas
Area: Hidráulica
Universidad de Sonora



La ciudad de Hermosillo ha incrementado de manera alarmante sus problemas, y, en forma general, podemos afirmar que el nivel de calidad de vida ha disminuido severamente al paso de los años en perjuicio de las futuras generaciones; todavía más grave es el hecho de que vemos con cierto desconsuelo que no existe, por parte de las autoridades, un proyecto serio para enfrentar las amenazas de alto riesgo que se abaten sobre la capital de Sonora. De modo muy general podemos mencionarlas a continuación:

EL AGUA POTABLE EN HERMOSILLO

El Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la ciudad es obsoleto, con proyectos inciertos de actualización y crecimiento; además, existe amplio déficit en la oferta de agua de las captaciones existentes principalmente durante el verano, a pesar de las evidencias de una enorme cantidad de agua subterránea anual, que se utiliza dentro del Municipio para el riego en los campos de la Costa de Hermosillo, volumen que equivale a tres veces la capacidad de la Presa Abelardo L. Rodríguez. Al respecto, el 21 de mayo de 2005 los agricultores de dicha región aceptaron “ceder” 20 millones de metros cúbicos por medio de la adquisición de ciertos derechos de agua, en un acto de solidaridad con la ciudad. Conviene anotar que esta “cesión”, a cambio de dinero, corresponde a un 5% de los

volúmenes extraídos anualmente por ellos mismos del acuífero costero, cantidad autorizada por la Comisión Nacional del Agua bajo estudios nunca publicados y con una política de mantenerse al margen privilegiando con ello el consumo para la agricultura. El volumen de 20 millones de metros cúbicos puede cubrir de 25% a un 35% de las necesidades hidráulicas anuales de la ciudad en este momento.

EL PROBLEMA DE LA VIVIENDA

Las viviendas populares, que ocupan la superficie mayor del casco urbano de la ciudad, poseen dimensiones absurdas, construidas siempre bajo criterios de bajo costo y nunca de confort, en medio de un crecimiento desmedido y sin planes de desarrollo exitosos. Hermosillo ha aumentado su población a un ritmo promedio de 13,000 habitantes por año y la tasa sigue en aumento. .

DRENAJE PLUVIAL Y ASENTAMIENTOS HUMANOS

El crecimiento hacia el norte de la ciudad ha provocado mayores concentraciones de aguas pluviales en zonas medias y bajas en la región ubicada a la margen derecha del Río Sonora; la pendiente general del terreno en esta zona viaja de noreste a suroeste, precisamente siguiendo un rumbo hacia el cauce que en 1947 desapareció con la construcción de la Presa Abelardo L. Rodríguez. Pésimos criterios de desarrollo favorecieron espacios para el levantamiento de viviendas sin respetar los escurrimientos naturales, inclusive algunas casas se encuentran sobre antiguos arroyos que fueron embovedados. Una bien definida red de canales debió haberse construido con el fin de que los volúmenes generados por las lluvias, drenaran rápidamente con destino final hasta el Río Sonora; actualmente, las descargas pluviales viajan

inevitablemente por calles y avenidas con serios perjuicios para peatones y automovilistas. Un par de canales con diseños inapropiados y de trayectoria Este-Oeste contribuyen para aliviar en algo la situación en el norte; otros dos más embovedados en la región centro y oeste permiten evitar mayores inundaciones en puntos conflictivos de la ciudad, aunque francamente no elimina el caos y la zozobra cuando las tormentas del verano aparecen, al menos en dos o tres ocasiones al año con fuerza suficiente para poner a la ciudad fuera de control por varias horas.

AGUAS RESIDUALES SIN TRATAMIENTO

Grandes sectores del oeste de la ciudad viven diariamente bajo la presencia de fétidos olores producidos por la descarga de aguas residuales, mismos que terminan siendo conducidos por el antiguo cauce del Río Sonora; la exigencia topográfica que rige el diseño de colectores y atarjeas obliga a instalar tuberías respetando la pendiente natural cuyo destino final será el Río. Usualmente, los vientos locales siguen una trayectoria suroeste-noreste, lo cual facilita la dispersión de estos contaminantes hacia el espacio urbanizado de la capital de Sonora.

HERMOSILLO, LA CIUDAD DEL SOL Y DE LAS CALMAS

En las épocas de invierno es común la presencia del fenómeno de inversión térmica sobre la ciudad. Debido a la existencia de altas presiones en esta latitud geográfica, las cuales abarcan grandes extensiones y provocan poco movimiento de aire, además del hecho circunstancial de que la ciudad está asentada sobre una extensa planicie con pavimento y techos de viviendas que impiden el manejo natural del calor de la tierra, el enfriamiento

nocturno y el propio de la temporada producen una atmósfera más fría en capas a nivel de suelo, ya que además debe considerarse que los niveles superiores son calentados primero por la curvatura de la tierra. Estos cuerpos densos y en calma, a niveles bajos, propiciarán la concentración de contaminantes con el movimiento urbano matutino, incorporándose ciertas masas de vapor de agua por el proceso de fotosíntesis que se activa con el amanecer. El aire atrapado no puede ascender por su peso específico mayor hasta después del mediodía, cuando el sol ha logrado calentar la superficie con sus rayos más directos; es entonces cuando la humedad local se reduce, el aire a nivel del terreno pierde peso y se expande, activándose la corriente ascendente que permite la entrada de masas más limpias de los alrededores por reposición, mejorando así la claridad del ambiente. En este momento se rompe la inversión térmica apareciendo vientos mayormente del suroeste en horas de la tarde, que pronto se reducen al llegar la noche, cuyo período de tiempo es mayor en épocas de invierno prolongando con ello las horas de enfriamiento. El aire enrarecido de la ciudad produce innumerables casos de enfermedades de las vías respiratorias, que son frecuentes en fraccionamientos lejanos que no cuentan aún con accesos pavimentados; esta situación se agrava por el hecho de que la cubierta vegetal de Hermosillo es muy pobre, con áreas verdes increíblemente pequeñas y donde predominan lotes baldíos propiedad de especuladores, cuyos espacios podrían ser utilizados para el sembrado de árboles; alguna Ley local debería obligar a sus propietarios a sembrar y sostener cierta cantidad de plantas en su territorio para aprovechar su extensión y colocación, ya que la mayoría de las veces sólo permanecen como patrimonio hereditario.

VIALIDADES INSUFICIENTES

Hermosillo enfrenta actualmente el más serio de los problemas viales en toda su historia. La cantidad de vehículos sobre el espacio urbano sobrepasa a la infraestructura existente que permita dar fluidez y seguridad a las unidades. Semana tras semana se dan casos de accidentes, muchos de ellos graves debido a la desesperación de los conductores por moverse en el menor tiempo posible. Los problemas se han agravado por la situación de que las administraciones municipales nunca consideraron hacer crecer los anchos de calles y avenidas, concretándose a formar pares viales con frecuentes “atorones” en avenidas transversales; esto ha exigido el establecimiento de una semaforización muy delicada, la cual entra en colapso con la interrupción del servicio eléctrico, con la sobrecarga del tráfico o bajo la presencia de un accidente cuando los vehículos quedan paralizados mientras se hacen las averiguaciones. Así también, la ciudad de Hermosillo cuenta con muy escasos puentes peatonales tan necesarios sobre los anchos bulevares y avenidas de tránsito mayor.

ALTOS CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EN SUBSIDIO

Las altas temperaturas en el verano de Hermosillo provocan quizás la circunstancia más difícil de resolver; la mayor parte de los habitantes no podrán realizar sus actividades sin contar con clima artificial, ya sea con aparatos húmedos de enfriamiento o con unidades de refrigeración, los cuales día con día incrementan las necesidades de producción de energía por parte de la Comisión Federal de Electricidad. Estos excesivos consumos han obligado a solicitar auxilio del gobierno federal a través de subsidios

que se mantienen vigentes por 5 meses, y todo parece indicar que este beneficio se ha quedado permanente, o al menos se ha exigido así, “lastimando” seriamente la economía nacional. Lejos de disminuir, la inversión en este sentido se irá incrementando si no logra frenarse el crecimiento de este centro urbano, ya que las ondas cálidas se mantienen al menos durante 7 meses al año, período en el que los hermosillenses vivirán en burbujas de clima artificial en su casa, en el automóvil y en el sitio de trabajo, en una guerra contra el clima que provoca pésimos estados de calidad de vida sin solución inmediata ni de bajo costo.

¿CÓMO ENFRENTAR EL SHOCK?

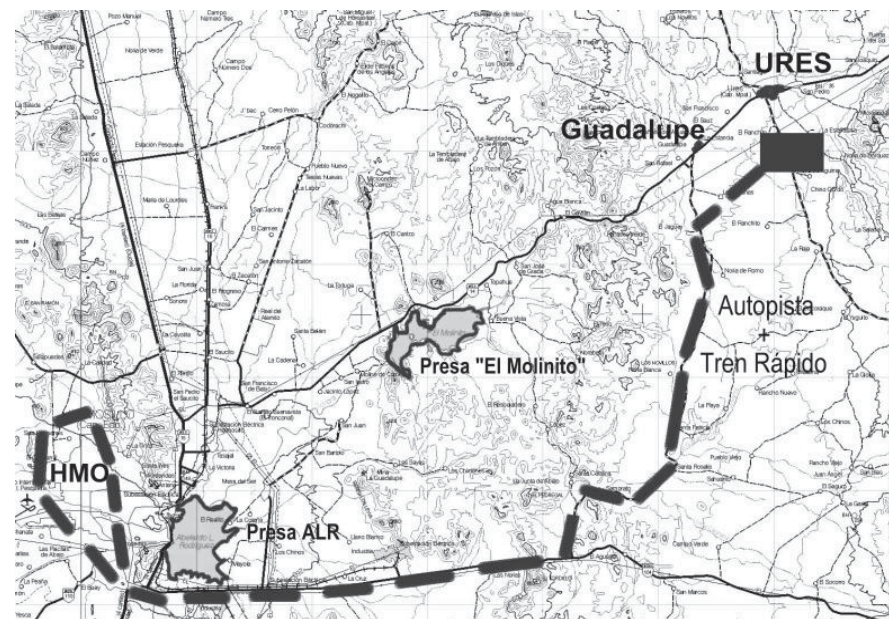
Resolver tantos asuntos de infraestructura obliga a un llamado de conciencia, a una cristalización de nuestro verdadero amor por esta tierra; ¿cuál es el objetivo mayor que debemos perseguir?... no veo otro más urgente que el propiciar un incremento general en la calidad de vida de los hermosillenses. La solución a estos problemas debe comenzar con el reconocimiento de que los diferentes cuadros de Gobierno no han sido capaces de convocar a una efectiva planeación; debemos aceptar que no hemos sido lo suficientemente inteligentes para controlarnos a nosotros mismos y ver más lejos. Con el ánimo de proponer alguna estrategia de primera etapa podemos mencionar tres puntos básicos de interés:

- Considerando que las labores de Planeación deberán ser de interés público y de carácter permanente, propongo la creación de una Gran Comisión “Sonora Siglo XXI”, integrada por expertos de las más diversas disciplinas involucradas en el desarrollo urbano, con la finalidad de construir un proyecto a largo plazo

que nos permita recuperar y sostener la calidad de vida a la que todos tenemos derecho.

- Considerando que la administración del Gobierno del Estado de Sonora se traslapa con las administraciones dos Gobiernos, federal y municipal, circunstancia que afecta el ejercicio de las inversiones y la estabilidad política, se propone que para el año 2009 se elija al nuevo Gobernador del Estado para un período de sólo tres años, a fin de que, en lo sucesivo, las administraciones estatales y nacionales ejerciten su actividad durante el mismo período tradicional de 6 años, hecho que ofrecería mejores oportunidades para sostener una continuidad en los programas de inversión y, sobre todo, bajo una atmósfera de objetivos comunes.

- Que la Gran Comisión Sonora Siglo XXI presente proyectos de crecimiento para las ciudades de Sonora basados en tres ejes principales: 1) Ahorro en el consumo de energía eléctrica y agua potable; 2) Diseño de fraccionamientos y viviendas, privilegiando el confort y la armonía familiar por encima de los asuntos de ahorro financiero mal entendidos; y 3) Proponer alternativas de remediación para los problemas actuales con énfasis en el control del crecimiento de Hermosillo y la propuesta de nuevos centros urbanos; la ciudad actual de Ures ofrece una excelente oportunidad para practicar estos criterios de economía, confort y, en general, mejor expectativa de calidad de vida para los habitantes de la capital de Sonora de mediados de este siglo. La Gran Comisión, avalada y conformada por el Congreso del Estado con su respectivo Reglamento, deberá promover la participación ciudadana en la toma de decisiones implementando mecanismos de auscultación efectivos en todos los niveles sociales, evitando la

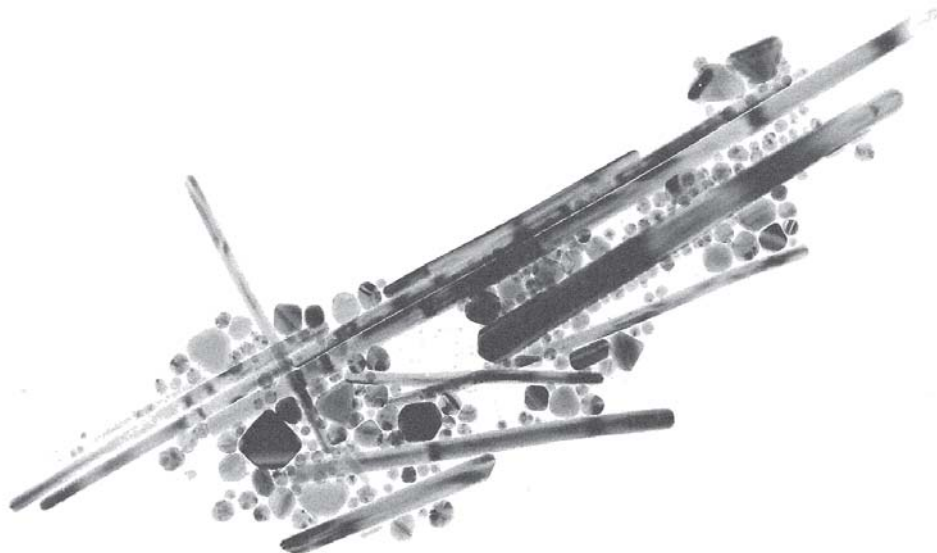


Localización factible para el nuevo asentamiento "Hermosillo2" cercano a Ures, unido a la actual capital por medio de una vía férrea y supercarretera. Proyectos de nuevos centros urbanos podrían ser propuestos por la Gran Comisión de Planeación "Sonora Siglo XXI" (Mapa INEGI).

intrusión de objetivos político-partidistas que podrían lastimar el verdadero espíritu democrático de esta iniciativa. Es importante recalcar aquí la necesidad de una vigorosa presencia de los puntos de vista científicos y tecnológicos en el nuevo ordenamiento social; grupos de trabajo conformados por académicos deberán encontrar un espacio en este cuerpo colegiado, estratégicos sobre todo en las etapas de diagnóstico, evaluación de alternativas y elaboración de proyectos específicos de Ingeniería, asociados a temas como Abastecimiento de Agua Potable, Diseño de Sistemas para el Manejo de Aguas Negras, Aguas Pluviales y Desechos Sólidos, Planeación y Construcción de Fraccionamientos Urbanos de Alta Tecnología, Sistemas Ambientales de Confort tanto Natural como Artificial, Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, Gas y Telefonía; Sistemas de Comunicación Vehicular Particular y Colectivo así como aquellos Sistemas de Seguridad para Eventos de Riesgo Permanente y Eventual.

REFLEXIÓN FINAL

Nada más benéfico para nuestra ciudad será el entregar a las futuras generaciones un gran proyecto, el gran ideal, el gran sueño, que les permita enfrentar con mayor seguridad de éxito los problemas que hasta hoy nosotros hemos sido incapaces de resolver. Es bastante probable que las generaciones actuales que ocupan los puestos de mando, donde se toman las grandes decisiones, no vean el fruto de estos trabajos de planeación; mas sin embargo, deben ser lo suficientemente inteligentes para reconocer que es necesario cambiar de actitud, pues la política de considerar al futuro como una prolongación del pasado, sólo nos ha llevado a incrementar los innumerables perjuicios que siguen manifestándose de manera alarmante en nuestra comunidad. Cuanto más tardemos en reconocer que tanto Hermosillo como Sonora, no tienen claro el objetivo que habremos de perseguir en los próximos años, más tardaremos en salir del estado de "shock" en que nos encontramos.



NANOREACTORES INTELIGENTES

JUDITH TÁNORI CÓRDOVA

¿Cómo se pueden fabricar estos materiales nanométricos? Existen diversos métodos, tanto físicos como químicos con sus ventajas y desventajas conforme al material fabricado.

Dra. Judith Tánori Córdova
Doctora en Química, adscrita al Departamento
de Investigación en Polímeros y Materiales, de la
Universidad de Sonora
Apartado Postal 130, 83000, Hermosillo, Sonora
jtanori@polimeros.uson.mx

NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA

En los últimos años se ha venido desarrollando tecnología de materiales en los que el orden de magnitud, de al menos una de sus dimensiones, se mide en nanómetros (nm), la millonésima parte de un milímetro. A este desarrollo se le ha denominado nanotecnología. Sus aplicaciones abarcan diversas innovaciones tecnológicas que impactan en nuestra vida cotidiana como en: medicina, farmacia, cosmética, industria de pinturas, almacenamiento de información y reducción de tamaño de dispositivos en microelectrónica, almacenamiento de energía en baterías, etc. El boom que han alcanzado la nanociencia, el estudio de la materia a escala nanométrica, y la nanotecnología, es debido a que estos materiales presentan propiedades físicas y químicas diferentes al mismo material masivo como consecuencia de tener al menos una dimensión espacial en el intervalo de 1 a 100 nm.

Pero, ¿cómo se pueden fabricar estos materiales nanométricos? Existen diversos métodos, tanto físicos como químicos con sus ventajas y desventajas conforme al material fabricado. En este escrito nos referiremos al uso de microemulsiones que actúan como nanoreactores químicos para la formación de materiales nanoestructurados.

MICROEMULSIONES

Las microemulsiones son líquidos que están formados por pequeñas gotas de agua dispersas en aceite o de aceite dispersas en agua. A estas gotas se les conoce como micelas y son estabilizadas por moléculas surfactantes; su tamaño característico varía de 1 a 100 nm y son termodinámicamente estables. Algunos detergentes líquidos de uso doméstico son

ejemplo de microemulsiones. Estos sistemas forman parte de los llamados cristales líquidos liotrópicos (que dependen de la composición). El constante movimiento de las pequeñas gotas de estos sistemas provoca colisiones entre ellas con el consiguiente intercambio de materia y reformación de las micelas. Figura 1. Estas características son las que permiten la utilización de estos sistemas en la realización de diversas reacciones químicas.

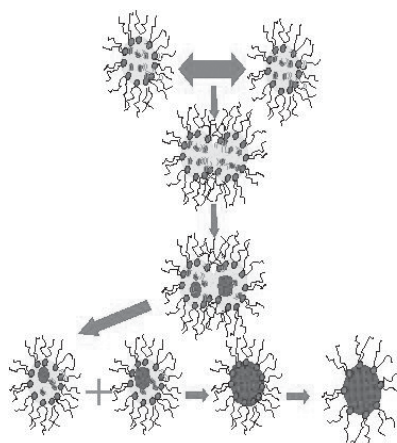


Figura 1

MATERIALES METÁLICOS NANOESTRUCTURADOS

La síntesis de materiales nanoestructurados es uno de los desafíos más importantes en el desarrollo de la nanociencia y la nanotecnología. A diferencia del material masivo, donde el tamaño de grano va desde micras hasta milímetros en diámetro y contiene billones de átomos, los materiales nanoestructurados tienen tamaños de grano menores a 100 nm y contienen cuando mucho unas decenas de miles de átomos. Es importante ejercer control en la síntesis, de su tamaño y forma, así como guiar el arreglo e integración del material.

SÍNTESIS DE LOS MATERIALES

Con el uso de microemulsiones, en nuestro laboratorio se han sintetizado materiales de cobre, oro y cobre-oro de tamaño nanométrico. Esto con el fin de comprender los fenómenos involucrados en la formación de estos materiales. Se ha privilegiado la síntesis de nanopartículas cuasiesféricas de estos materiales (0 D), sin embargo, se ha explorado también el control en la formación de nanopartículas cilíndricas y de nanoalambres (1 D).

En la formación de los nanoreactores se utiliza un surfactante comercial, el aerosol OT y derivados de éste mismo, el solvente es aceite y al interior de las micelas hay agua. Dependiendo del surfactante y de la cantidad de agua en el sistema, las microemulsiones estarán formadas por micelas esféricas o cilíndricas. La formación del metal se lleva a cabo por reducción química del ión metálico, introduciéndolo a la parte acuosa del sistema, ligado al surfactante o en forma de sal.

El tamaño de las micelas como nanoreactor influye en el tamaño de las nanopartículas formadas, así como la forma de las micelas influye en que la partícula sea cuasiesférica, cilíndrica o nanoalambre. Este efecto es importante en los materiales de cobre y de cobre-oro. En el caso del oro resulta más efectivo controlar el tamaño de las nanopartículas recubriéndolas con moléculas orgánicas tioladas, es decir, moléculas que contienen el grupo sulfhidrilo, $-SH$.

La caracterización de todos estos materiales se realiza mediante las técnicas de Microscopía Electrónica de Transmisión, observación en alta resolución y difracción electrónica de área selecta y por espectroscopia UV-Visible. Estas técnicas nos permiten identificar al material y observar sus características.

En la Figura 2 se presenta una micrografía electrónica del material obtenido al sintetizar nanopartículas cuasiesféricas de oro con un diámetro promedio de 4.4nm. Los resultados para la fabricación de nanopartículas de cobre se presentan en la Figura 3, donde se aprecia la formación de nanopartículas cilíndricas de longitud promedio 25 ± 4 nm y diámetro promedio de 7.3 ± 1.4 nm. También se fabricaron nanoalambres de cobre con longitudes de hasta 2 micras y diámetro alrededor de 29 nm, Figura 4.

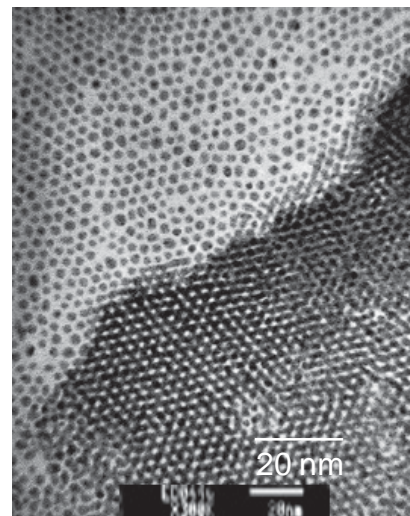


Figura 2

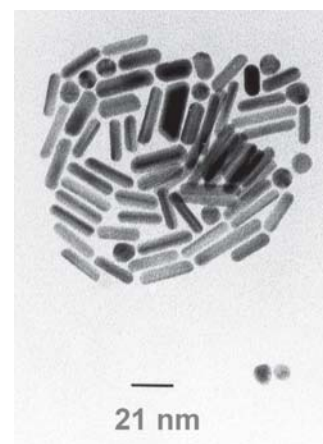


Figura 3

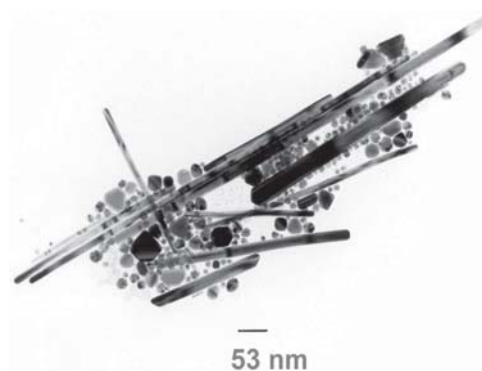


Figura 4

Es posible formar materiales bimetálicos tipo núcleo-coraza por este método. Nanopartículas con núcleo de cobre y coraza de oro de diámetro promedio 8 ± 0.8 nm se presentan en la Figura 5.

Con el método de síntesis por microemulsiones se pueden fabricar diversos tipos de materiales nanoestructurados: metálicos, bimetálicos, semiconductores, materiales magnéticos, óxidos, polímeros, etc. Estos materiales encuentran aplicación también al introducirlos en polímeros para mejorar sus propiedades. Por ejemplo, se les puede hacer más resistentes para utilizarlos en chalecos antibalas (KEVLAR) o en dispositivos de deportes de alto riesgo. Estos materiales también son susceptibles de utilizarse como catalizadores o como ecomateriales al mejorar la eficiencia de celdas solares; pueden utilizarse en remediación de aguas contaminadas y en purificación de agua, entre otros.

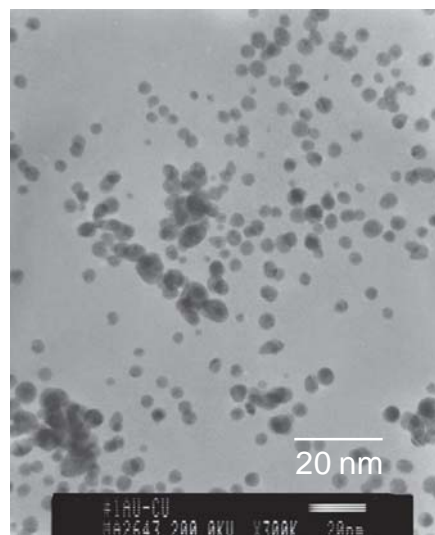


Figura 5

NANORECTORES INTELIGENTES EN LA NATURALEZA

Si volteamos hacia la naturaleza, encontramos una diversidad de materiales con funciones complejas, un ejemplo son los minerales formados en sistemas biológicos, biominerales, ver Figura 6. Pieter Harting (1812-1885) zoólogo y microscopista holandés, observó que compuestos orgánicos estaban de alguna manera involucrados en la organización de compuestos inorgánicos. Harting encontró que al mezclar iones calcio con carbonato y fosfato en concreciones (sustancias) orgánicas tales como sangre, albúmina, mucosidades o secreciones biliares en condiciones de reposo, se producían cálculos calcáreos con formas naturales.

Mientras Karting experimentaba en el laboratorio con biomimética, Ernst Haeckel, biólogo y filósofo alemán (1834-1919), realizaba estudios de campo durante los cuales descubrió miles de microesqueletos esculpidos de sílice, mineralizados por células de organismos marinos conocidos como Radiolarios. Figura 6.

El crecimiento, forma y función biológica de los esqueletos tipo encaje de radiolarios son aún un enigma para los científicos.

Haeckel hizo en su última obra una tenue conexión entre los cristales líquidos descubiertos por Reinitzer y Lehman y la

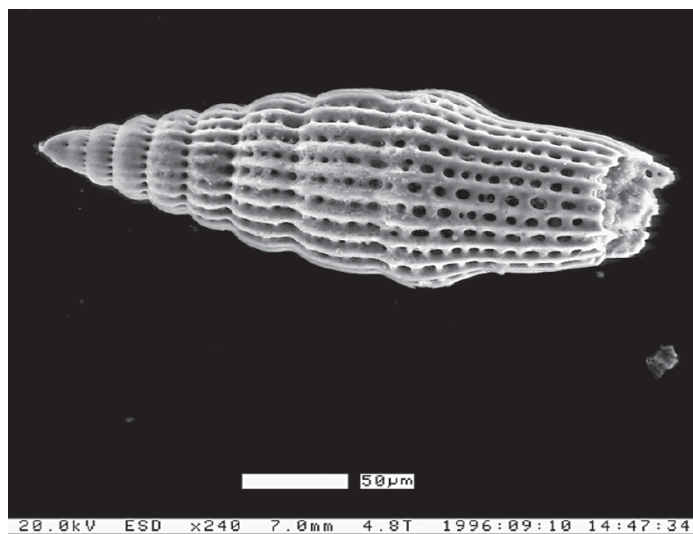


Figura 6

morfogénesis de los microesqueletos de radiolarios. Haeckel conjeturó que había una relación entre la organización de los cristales líquidos y la forma en la que la sílice se ordenaba en patrones espectaculares en los radiolarios. En los últimos años, diversos estudios sobre biomineralización y biomimética han arrojado información sobre el papel que juega la matriz orgánica en los procesos biológicos y no biológicos de mineralización, donde estructuras como vesículas, micelas, túbulos, etc., son el medio donde se induce la precipitación de los materiales inorgánicos. En la formación de materiales nanoestructurados, se han utilizado estructuras micelares, vesiculares y túbulos para controlar forma y tamaño, sin embargo, aún estamos lejos de comprender cómo logra la naturaleza tal grado de sofisticación en la formación de sus materiales.

BIBLIOGRAFÍA.

PAUL RIGNY, PIERRE TAMBOURIN, DANIEL THOULOZE, ALAIN GOUYETTE, ANNETTE TARDIEU Y JOSÉ TEXEIRA, *De La Matière Au Vivant : Les Systèmes Moléculaires Organisés*, Images de la Recherche, Centre National de la Recherche Scientifique, France, 1994.
GEOFFREY A OZIN Y ANDRÉ C ARSENAULT, *Nanochemistry*, The Royal Society of Chemistry Publishing, United Kingdom, 2005.

TANORI, J., PILENI, M.P., *Control of the Shape of Copper Metallic Particles by Using a Colloidal System as Template*, Langmuir, American Chemical Society, USA, 1997, 13, 639-646.

PILENI, M., TANORI, J., FILANKEMBO, A., DEDIEU, J.C., GULIK, T., *Template design of Microreactors with Colloidal Assemblies: Control of the Growth of Copper Metal Rods*, Langmuir, American Chemical Society, USA, 1998, 14 (26) 7359-7363.

RICHARD W SIEGEL, *Creating Nanophase Materials*, Scientific American, Scientific American, Inc., 74-79, Diciembre de 1996.



Optimizar la organización de los recursos disponibles tanto físicos, humanos, económicos de un proceso productivo nos permite estar inmersos en la competitividad.

EL DISEÑO

DE UN MODELO ESTRUCTURAL

PARA AMBIENTES DE PRODUCCIÓN CON PRODUCTOS MÚLTIPLES

LUIS FELIPE ROMERO DESSENS

Ph. D. in Engineering Luis Felipe Romero Dessens
Maestro de tiempo Completo Titular C
del Departamento de Ingeniería Industrial
Líneas de investigación:
Modelación y Mejoramiento de Sistemas Productivos,
Distribución y Servicio.
Análisis, Diseño y Simulación de estos Sistemas
Universidad de Sonora
fromero@industrial.uson.mx

ORGANIZACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES

Este artículo presenta el análisis de un modelo estructural de diseño, de la distribución de un proceso, utilizando grafos dirigidos. Se mencionan algunas propiedades muy interesantes que surgen de esta estructura y su relevancia en el contexto de las actividades que desarrollan los Ingenieros Industriales. Esta estructura única se construye al integrar la secuencia de producción de diversos productos. El diseño de la distribución de un proceso o de una fábrica es una de las actividades que desarrolla un Ingeniero Industrial con frecuencia. Con él se busca encontrar la mejor manera de organizar los recursos disponibles para la elaboración de productos o la prestación de servicios (3). Generalmente, los recursos son organizados por entidades que pueden ser denominadas como centros de trabajo, equipos o máquinas, con objeto de identificarlos fácilmente. Además, se emplea uno o más criterios para calificar el diseño y poder determinar si se ha encontrado la mejor distribución, entre ellos se encuentran: el económico (la organización más barata), eficiente (que emplee de la mejor manera los recursos disponibles), eficaz (que facilite el flujo de materiales, la producción, el mantenimiento o el servicio), y estético (como la distribución más limpia o de mejor apariencia), entre otros.

La formulación de este diseño se ha abordado desde diversas perspectivas, entre otras se encuentran: a) el Problema de Asignación Cuadrática (6), o QAP por sus siglas en inglés., b) la Planeación Sistemática de la Distribución (8), o SLP., c) como Grafo Máximo Planar que muestra las interacciones entre las entidades de producción y servicio (10), y d) mediante grafos dirigidos para representar el agrupamiento de entidades productivas (5) o de tecnología de grupos.

Los diseños de las distribuciones de procesos pueden clasificarse considerando la cantidad de productos y la variedad de los mismos. Aquellos procesos que deben de producir muchos productos pero con poca variedad, se conocen como diseños por producto y se caracterizan por su especialización de la mano de obra y sus altos volúmenes de producción. Este tipo de instalaciones también se conocen como dedicadas. Por otro lado, aquellas instalaciones que producen en volúmenes no tan grandes y pueden



alcanzar una mayor variedad de productos, se denominan por procesos y se caracterizan por tener mano de obra más versátil pero con menos especialización en la realización de cierto tipo de operaciones; también se denominan como instalaciones no dedicadas. Existen diseños de distribuciones intermedios, los cuales presentan diversos grados entre estos dos tipos básicos de distribuciones, y entre ellas se encuentran las distribuciones celulares o por celdas.

Para su solución, el diseño de la distribución se ha clasificado en enfoques de optimización o heurísticos, según los procedimientos utilizados para resolver las formulaciones (7). Adicionalmente, Shani y González encontraron que el procedimiento de solución a este problema es denominado como NP-Completo (11) por lo que se ha recomendado emplear enfoques heurísticos cuando el número de entidades sea muy grande, por la gran demanda de recursos computacionales que se requieren para resolverlo. Los heurísticos se subclasifican como: construcción y mejoramiento, (7), dependiendo si utilizan una solución inicial para mejorarla o no.

SITUACIÓN ACTUAL

Producto	Secuencia	Producción Semanal	Número de Desplazamientos
1	A-C-D-F	500	3
2	B-A-C-D-F	1000	4
3	E-B-C-A-F	300	4

Figura 1. Demanda y Secuencia de Operaciones por Producto

Los datos que se muestran en la figura 1, fueron tomados de la literatura (12):

Como puede observarse en la figura 1, se disponen de las diferentes secuencias de operaciones requeridas por cada producto, así como su demanda estimada para cada semana, y se adicionó

la cantidad de desplazamientos requeridos para cada uno de ellos. En caso de disponer de instalaciones dedicadas para elaborar cada uno de ellos, esto es, una línea de producción para cada producto debe ser evidente que se necesitan tres centros A, dos B, y así sucesivamente.

También se establece como una condición que el equipo “tipo” puede realizar las operaciones requeridas, es decir, que al cambiar de producto se tendrá la capacidad para elaborarlo y que el tiempo de preparación no es relevante para el diseño de este modelo, en este momento.

SITUACIÓN DESEADA

Como se ha mencionado, se desea establecer la posición que debe ocupar cada centro de trabajo o máquina, de tal manera que se facilite la producción y, simultáneamente, se produzcan ahorros al reducir: distancias recorridas, la manipulación de los materiales, desplazamientos innecesarios, espacio mal utilizado, entre otros aspectos. La metodología de solución es una heurística de construcción iniciando con la identificación de los componentes fuertemente ligados, o de interacción en ambos sentidos.

EL MODELO ESTRUCTURAL

El modelo estructural puede representarse utilizando tablas o gráficos. Un grafo es un conjunto de nodos y aristas, donde los nodos representan los centros de trabajo, máquinas o cualquier instalación requerida para elaborar un producto; y las aristas, representan la existencia de una interacción entre cualquier par de nodos, que puede ser el volumen de transferencia de un lote de productos, o la consecución de actividades.

En la figura 2, se observa un grafo que representa la secuencia de operaciones requerida por algún producto.

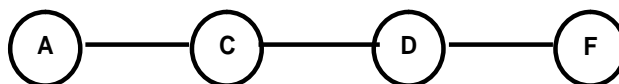


Figura 2. Grafo

Cuando a las aristas se les da dirección entonces el grafo se denomina grafo dirigido o dígrafo, tal y como se muestra en la figura 3.

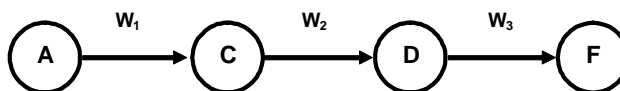


Figura 3. Grafo Dirigido

Además, en cualquiera de los dos casos, a los arcos y las aristas se les puede asociar una importancia que se expresa mediante ponderaciones, w_i (4). En la literatura puede encontrarse tres maneras de proporcionar estas ponderaciones y disponer de formas tabulares equivalentes para representar la información, como se muestra en las tablas de ejemplo a continuación:

a. Ponderaciones Cualitativas (8). Tomando en cuenta la opinión de expertos, los cuales pueden proporcionar una opinión de qué tan importante es que los centros encuentren cerca o distantes. Muther sugiere las vocales para establecer estos valores, desde absolutamente importante hasta sin importancia; sugiriendo la x como un valor de absolutamente separados.

b. Ponderaciones Cuantitativas (1). En este caso, se establece la importancia en función de una cantidad, como puede ser la demanda estimada de producción o de transferencia, es decir, los volúmenes de producción.

	A	B	C	D	E	F	Total
A			1500			300	1800
B	1000		300				1300
C	300			1500			1800
D						1500	1500
E		300					300
F							0
Total	1300	300	1800	1500	0	1800	6700

Figura 4. Matriz de Volúmenes

c. Ponderaciones Adimensionales (9). En este caso tomando como referencia la existencia de la interacción entre pares de centros de trabajo.

	A	B	C	D	E	F	Total
A			1			1	2
B	1		1				2
C	1			1			2
D						1	1
E		1					1
F							0
Total	2	1	2	1	0	2	8

Figura 5. Matriz de Adyacencia

Dichas matrices proporcionan un modelo agregado, el cual puede interpretarse como una estructura única. Este arreglo proporciona un diseño de distribución, a partir de la cual, al implantarse se puede elaborar todos los productos en producción por lotes.

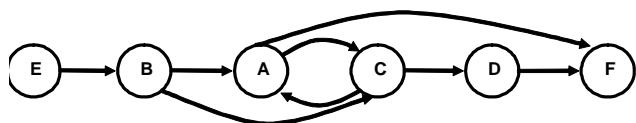


Figura 6. Grafo Adyacente Dirigido

En la figura 6, puede observarse al modelo estructural lineal obtenido y denominado como grafo adyacente dirigido o dígrafo. Debe aclararse que, en este caso, las ponderaciones entre los arcos son de peso igual a uno. En adición, esta estructura presenta las propiedades de alcanzabilidad, conectividad y distancia que puede ser aprovechada para propósitos de prestaciones de servicios o elaboración de productos. Además, en esta figura al integrar los diversos productos en una sola estructura, se observa que no sólo existen flujos hacia delante, como es lo deseable y cuando tenemos un solo producto por elaborar (instalaciones dedicadas), sino que puede ser inevitable que otras formas de flujos se originen como son: regresos (*back track*), brincos (*by-pass*), los cuales pueden ser hacia enfrente o hacia atrás (Carrie, 1975). Por otro lado, en este ejemplo se presenta el caso en el cual sólo se considera una máquina de cada tipo;

mientras que en el caso general, es cuando se toman en cuenta la demanda y la eficiencia de cada una de ellas para determinar cuántas máquinas de cada una son necesarias.

Para reducir el impacto de estos flujos adicionales, puede emplearse otro tipo de diseños como se muestra en la figura 7, un diseño en red y no en línea como en la figura anterior. Como puede observarse en esta figura, se genera un flujo cruzado, el cual puede ser que físicamente no pueda realizarse y deberá seguirse el flujo natural del diseño.

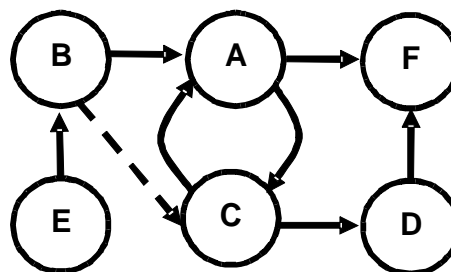


Figura 7. Digrafo en Red

Otro aspecto que es importante resaltar de este modelo es que proporciona información que otros modelos no proporcionan y que para el Ingeniero Industrial, que se dedica a diseñar procesos de manufactura, pueden ser importantes. Esta información se obtiene a través de manipulación algebraica de las matrices como: elevar a una potencia la matriz de adyacencia, para identificar rutas alternas y determinar distancias y costos entre nodos.

CONCLUSIONES

Esos resultados son alentadores para aquellos profesionistas, Ingenieros Industriales en particular, que están interesados en el diseño de instalaciones. Ya que este tipo de estructuras proporciona información adicional que con otras metodologías existentes no se dispone. Entre otros aspectos se puede:

- Mejorar diseños donde el tamaño del lote de transferencia es variable
- Tener una herramienta que permita tener información de diseño modular o que facilite la tecnología de grupos
- Permitir rutas alternas para ser utilizadas en el diseño de rutas de distribución en las líneas de producción y distribución
- Proporcionar información que se pueda utilizarse en el diseño de fábricas virtuales

Actualmente, se están haciendo estudios más detallados del posible impacto de estas estructuras en las cadenas de suministro, su factibilidad operativa y variantes a este tipo de estructuras.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) APPLE J.M., 1977. *Plant Layout and Material Handling*, New York: John Wiley and Sons, 3rd Edition
- (2) CARRIE A.S., 1978. *The Layout of Multi-Product Lines*, *International Journal of Production Research*, Vol. 13, No. 6, p. 541-557
- (3) HOLLIER R.H., 1963. *The Layout of Multi-Product Lines*, *International Journal of Production Research*, Vol. 2, No. 1, p. 47-57
- (4) FOULDS L.R., 1983. *Techniques for Facilities Layout: Deciding which pairs of activities should be Adjacent*, *Management Science*, Vol. 29, No. 12, p. 1414-1426
- (5) IRANI S.A., HUANG H, 2000. *Custom Design of Facility Layouts for Multiproduct Facilities Using Layout Modules*, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, Vol. 16, No. 3, p. 259-267
- (6) KOOPMANS T.T., BECKMAN M., 1957 *Assignment Problems and the Location of Economic Activities*, *Econometrica*, Vol. 25, No. 1, p. 53-76
- (7) KUSIAK A., HERAGU S., 1987. *The Facility Layout Problem*, *European Journal of Operational Research*, Vol. 29, p. 229-251
- (8) MUTHER R., 1973, *Systematic Layout Planning*, Boston: CBI Publishing Co, p. 28-35
- (9) ROMERO D.L.F., 2003. *Strong-Component Based Methodology for Facility Layout Design*, Ph.D. Thesis, Coventry, United Kingdom: The University of Warwick
- (10) SEPPÄNEN J., MOORE J.M., 1970. *Facilities Planning with Graph Theory*, *Management Science*, Vol. 17, No. 4, p. B242-B253
- (11) SHANI S., GONZALEZ T., 1976. *P-Complete Approximation Problem*, *Journal of Associated Computer Machinery*, Vol. 23, No. 3, p. 555-565
- (12) SULE D.R., 2001. *Instalaciones de Manufactura*, México: Thomson Learning, 2^{da}. Edición, p. 440



El conocimiento científico es uno de los patrimonios más importantes de la humanidad; es un conjunto de bienes adquiridos y acumulados al paso del tiempo, mediante el concurso de una gran cantidad de individuos e instituciones.

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA:

COMPROMISO INSTITUCIONAL Y SU POTENCIAL

SAMUEL GALAVÍZ MORENO

Sin embargo, los esfuerzos dedicados a la divulgación del conocimiento científico son relativamente escasos, tanto a nivel de instituciones del sector educativo, como de las entidades de los sectores sector gubernamental y social.

Dr. Samuel Galavíz Moreno
Director de la División de Ciencias
Biológicas y de la Salud
Universidad de Sonora
sgalaviz@guaymas.uson.mx

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE LA DIVULGACIÓN CIENTÍFICA?

Desde nuestro punto de vista, las siguientes son tres de las razones principales:

- Si consideramos el conocimiento científico como un patrimonio de la humanidad, es un compromiso de los divulgadores y/o de los científicos darlo a conocer a la sociedad;
- Un buen esfuerzo de divulgación científica, sistemático, deliberado en sus intenciones, integrado a los planes educativos desde los niveles básicos, contribuiría a generar una cultura de interés por la ciencia y ampliaría la posibilidad de que los jóvenes se interesaran, a su vez, por la investigación científica;
- El conocimiento científico da la oportunidad a las personas de incorporar a su vida cotidiana la aplicación de una variedad de conocimientos que le permiten mejorar sus condiciones de vida.

Según el destacado científico y divulgador mexicano Ruy Pérez Tamayo: “la ciencia (no) se limita a su contenido formal, (...) incluye no sólo un catálogo de hechos y de teorías sobre distintos aspectos de la naturaleza, sino también las bases filosóficas que lo sustentan, la historia de su desarrollo, las estructuras sociales en las que se da y en las que se expresa, las leyes que la regulan y las políticas que la favorecen o la estorban” (1). De hecho, él considera que la meta actual de la divulgación científica en México debe ser “incorporar el espíritu de la ciencia en la cultura nacional”.

Al participar en una mesa redonda sobre la divulgación científica en el museo *Universum* de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Pérez Tamayo comentó que la actividad científica puede verse desde dos puntos de vista: por una parte, lo referente al contenido de la

ciencia en cada disciplina, en forma de leyes, postulados y aplicaciones propias; y por otra parte, lo referente a filosofía, historia, entorno y contribuciones sociales, y aspectos culturales.


Cuando abordó la situación de la divulgación científica en México, Pérez Tamayo planteó la pregunta ¿quiénes deben ser los divulgadores de la ciencia? En los países desarrollados, comentó, la divulgación científica descansa, sobre todo, en profesionales de la comunicación que, con un enfoque periodístico, se especializan en temas de ciencia de manera exitosa. En países en desarrollo como México, no existen, de manera significativa, el tipo de periodistas y con la preparación requerida para llevar a cabo este trabajo.

¿QUIENES HACEN LA DIVULGACIÓN EN MÉXICO?

La divulgación científica en nuestro país, comenta Pérez Tamayo, recae fundamentalmente en los propios científicos, quienes desde hace unas tres décadas empezaron a repartir su tiempo entre actividades de investigación y docencia, y actividades de divulgación de la ciencia. Los pioneros de esta actividad en nuestro país fueron principalmente científicos con formación de físicos.

LA DIVULGACIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA

En nuestra Institución, existe una tradición de la divulgación científica, lo que ha permitido posesionar a nuestra alma mater en la institución pionera y líder en este rubro, pues desde hace más de 15 años se instauró el programa institucional de divulgación científica (Casa de



la Ciencia) la cual cuenta con una diversidad de programas dirigidos a públicos diversos con cobertura estatal, su objetivo, promover la cultura científica y tecnológica. En este esfuerzo participan la totalidad de los departamentos y la comunidad académica y estudiantil de las tres unidades regionales del estado. También la mayoría de los departamentos cuentan con programas específicos de divulgación con gran reconocimiento sobre todo del sector educativo. El ícono de la divulgación, por ser uno de los principales divulgadores de la ciencia de la Universidad de Sonora, es el astrónomo del Departamento de Investigación en Física, Antonio Sánchez Ibarra, Premio Nacional de Divulgación de la Ciencia y la Tecnología 2000 por parte de la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica A.C.. Su trabajo de más de 30 años en divulgación sobre astronomía incluye diversos cursos y talleres a nivel nacional e internacional, el reconocimiento de una gran variedad de instituciones científicas, incluyendo la National Aeronautics and Space Administration, NASA, trabajos de divulgación mediante Internet y el proyecto del observatorio astronómico Carl Sagan, entre otras importantes actividades.

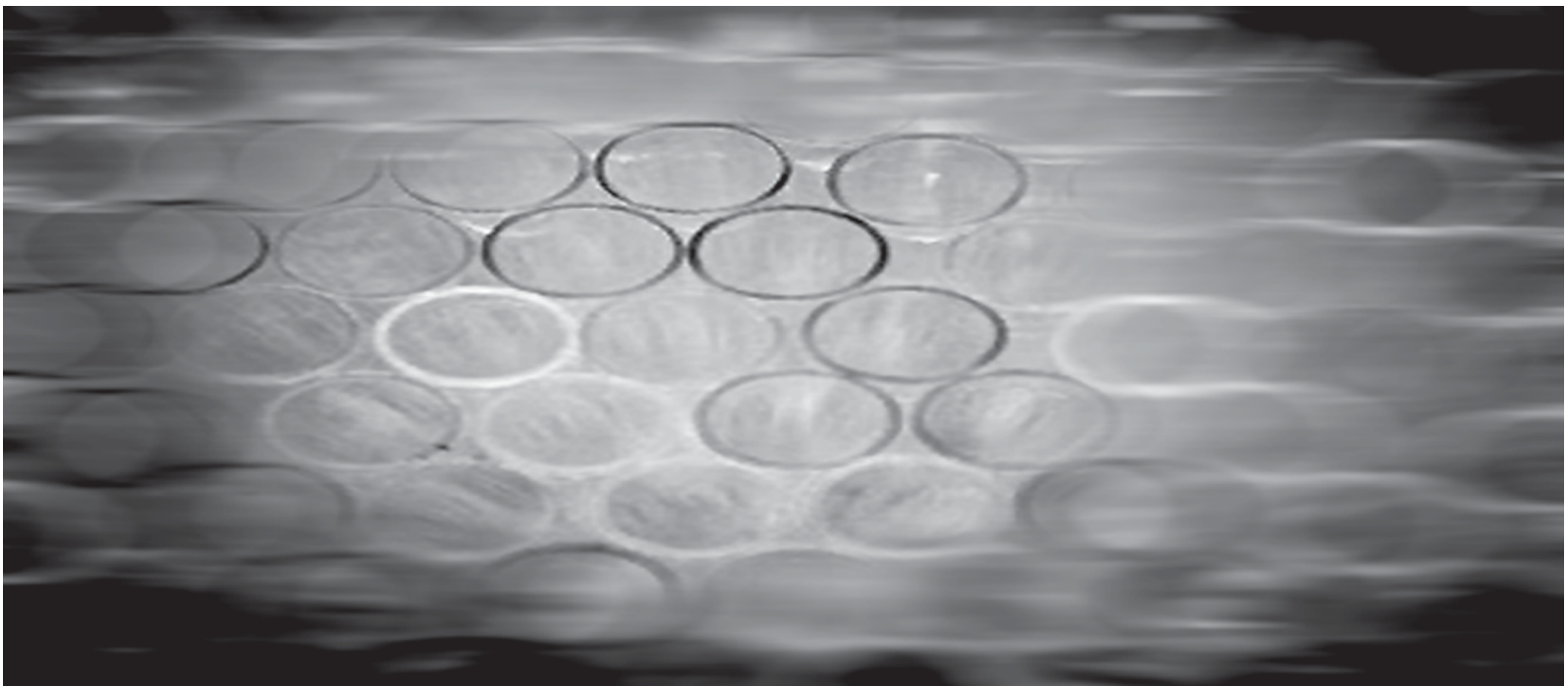
La Universidad de Sonora ha realizado algunos esfuerzos de divulgación a través de la edición de publicaciones periódicas, muchas de las cuales han tenido problemas de continuidad y periodicidad. En la actualidad, el universo de publicaciones periódicas, tanto científicas como de divulgación, es limitado y sólo una tiene registro mediante el Internacional Standard Serial Number, ISSN, que identifica a las publicaciones periódicas a nivel mundial. Esta revista es *Biotecnia* la revista científica de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, DCBS, que el pasado mes de abril cumplió 7 años de publicación ininterrumpida, con una periodicidad cuatrimestral.

LA DIVULGACIÓN EN LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Por lo que se refiere a esfuerzos de divulgación, en la DCBS se producen dos programas de radio de gran tradición, con una clara intención y contenidos de divulgación científica, los cuales son transmitidos por Radio Universidad de Sonora. Desde hace 18 años y de manera ininterrumpida, el DIPA produce el programa *Alimentación: Problema de Nuestro Tiempo*. El otro programa de radio es *A Tiempo con la Ciencia* que se produce desde hace 13 años, también de manera ininterrumpida, por el DCQB. Estos programas son fruto del esfuerzo, compromiso y dedicación de los académicos de dicho Departamentos, y han contado durante todo su existencia con el apoyo de los diversos académicos que han fungido como autoridades administrativas.

En la División de Ciencias Biológicas se desarrollan diversas áreas de investigación a través de Cuerpos Académicos, en los que participan investigadores de los cinco Departamentos que la constituyen: Investigaciones Científicas y Tecnológicas, DICTUS, Investigación y Posgrado en Alimentos, DIPA, Enfermería, DE, Ciencias Químico Biológicas, DCQB, y Agricultura y Ganadería, DAG.

Los académicos de la DCBS atienden seis Programas Educativos de Licenciatura: Agronomía, Biología, Enfermería, Medicina, Químico Biólogo Clínico y Químico en Alimentos; y cinco Programas de Posgrado Acuicultura, Alimentos, Ciencias de la Salud, Horticultura e Inmunohematología. La investigación que se realiza en la División es muy diversa e incluye áreas tales como acuicultura, biotecnología, ciencias biomédicas, ciencias de la salud, fitotecnia, genética, inmunología, microbiología, nutrición, procesamiento de alimentos, manejo poscosecha de alimentos, química, química clínica, recursos naturales, sistemas costeros, toxicología, zonas áridas y zootecnia.



EL POTENCIAL HUMANO EN DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

La División tiene un gran potencial para la divulgación de conocimiento científico. Los trabajos de investigación son realizados por personal académico de alto nivel, ya que se cuenta con una planta de 50 académicos con doctorado y 86 con maestría. Además, dos de los departamentos tienen una larga tradición de investigación ya que su origen es el de Centros de Investigación, que funcionan uno desde hace 43 años, el DICTUS y el otro desde hace 28 años, el DIPA. Así, la investigación en Recursos Naturales, Acuicultura, Sistemas Costeros, Biotecnología y Conservación y Procesado de Alimentos son las de mayor desarrollo en la DCBS. Además, la investigación en Ciencias Biomédicas, Tecnología de Alimentos e Ingeniería Agronómica, que se llevan a cabo en la Licenciatura en Medicina y en los Departamentos de Enfermería, Ciencias Químico Biológicas, y Agricultura y Ganadería

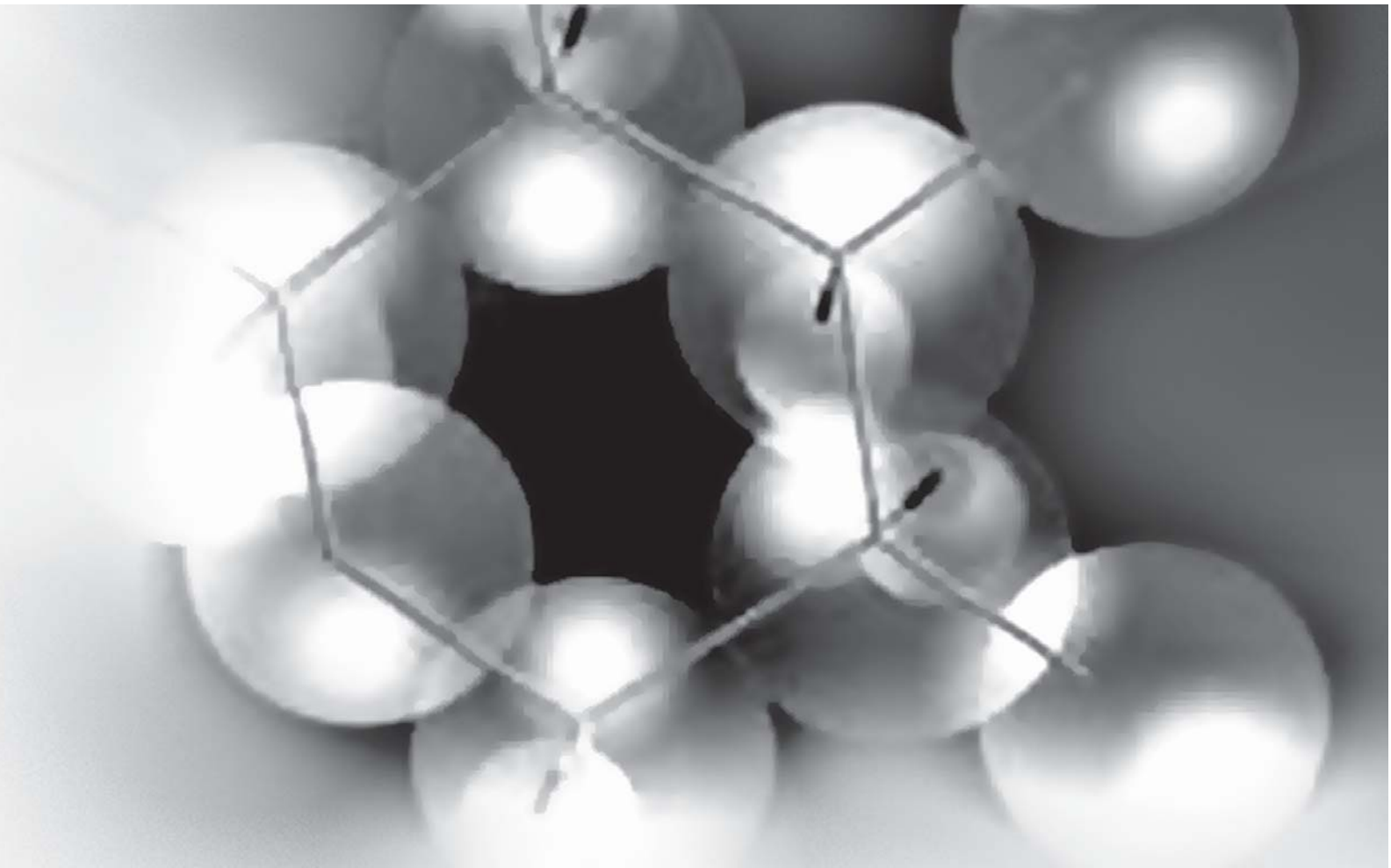
tienen un gran futuro, y en los últimos años han incrementado significativamente su nivel de calidad.

CONCLUSIONES

Como Institución de Educación Superior, la Universidad de Sonora tiene la responsabilidad, ante la sociedad, de contribuir a lo que Ruy Pérez Tamayo llama “incorporar el espíritu de la ciencia en la cultura nacional”. Mediante su colaboración en la construcción de este esfuerzo editorial, que representa la revista *Epistemos*, la División de Ciencias Biológicas y de la Salud pretende colaborar para el cumplimiento de esta responsabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

TAMAYO, PÉREZ RUY . *Sobre la Divulgación Científica en México. El Muégano Divulgador*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México. Número 28, mayo/junio 2005. www.dgdc.unam.mx/muegano_divulgador/no_28/ideas.pdf.



Para mejorar la calidad de vida de los pacientes con diabetes mellitus tipo 2, se requieren métodos que permitan detectar oportunamente el riesgo de complicaciones vasculares, pero actualmente no se cuenta con pruebas, que de manera independiente, permitan lograr este objetivo. Dentro de estas líneas de investigación, los más recientes resultados generados entre la Universidad de Sonora y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), está validando una estrategia en un grupo numeroso de pacientes del IMSS.

LA DIABETES MELLITUS TIPO 2:

ESTRATEGIAS ACTUALES PARA CONOCER Y ENFRENTAR AL ENEMIGO

MARIA DEL CARMEN CANDIA PLATA

CONOCIENDO AL ENEMIGO

El cuerpo humano realiza sus funciones con ayuda de la glucosa, un azúcar que adquiere de los alimentos, pero que también produce el hígado cuando es necesario. La insulina, una hormona producida por el páncreas, permite que la glucosa entre a las células del cuerpo para así usarla como fuente de energía.

La diabetes *mellitus* se desarrolla cuando el organismo no fabrica suficiente cantidad de insulina o no puede usar la insulina correctamente, de manera que la glucosa no puede moverse dentro de las células y se acumula en la sangre. La acumulación del azúcar en la sangre (llamada hiperglicemia) provoca sed intensa, mucha hambre y hace orinar mucho al paciente.

Dra. María del Carmen Candia Plata
Departamento: Ciencias Químico Biológicas
División: Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad de Sonora
carmenc@guayacan.uson.mx
Colaborador: *Dr. Alberto Rascón Pacheco*
Dirección de Epidemiología del Instituto Mexicano
del Seguro Social en Hermosillo, Sonora

Hay varios tipos de diabetes *mellitus*, pero los dos más frecuentes son la diabetes tipo 1, que se presenta cuando el cuerpo no produce insulina, y la diabetes tipo 2 (DM2) en la que el cuerpo no produce suficiente insulina o sus células no la reconocen. Casi el 95% de los casos corresponde a los pacientes con diabetes tipo 2 quienes en su mayoría son adultos obesos, con exceso de grasa en la región abdominal, que llevan una vida sedentaria y tienen antecedentes familiares de diabetes;¹ en zonas urbanas de Sonora la DM2 afecta hasta al 16% de la población adulta.²

¿POR QUÉ ES PELIGROSA LA DIABETES?

La DM2 puede poner en riesgo la vida de los pacientes porque la glucosa, a pesar de ser fuente importante de energía y de otros compuestos indispensables para el organismo, es una molécula fuertemente tóxica cuando permanece elevada en la sangre por largos periodos. La hiperglicemia que acompaña a la diabetes se desarrolla gradualmente y de forma silenciosa durante varios años, de manera que el paciente no descubre los síntomas oportunamente y, con el tiempo, la deficiencia de glucosa en las células y su elevación en la sangre provocan complicaciones. Aún en las etapas asintomáticas, la hiperglicemia daña vasos sanguíneos (grandes y pequeños), los nervios, promueve alteraciones en los lípidos sanguíneos y estimula la producción de otras moléculas que parecen ser más dañinas que la glucosa. Esta es la razón por la que muchos pacientes son diagnosticados muy tarde, cuando la diabetes ya ha producido complicaciones como pérdida de la visión, pérdida de sensibilidad en extremidades o alteración de los procesos de cicatrización de heridas. En casos extremos, pero relativamente frecuentes, la evidencia de que un paciente es diabético suele ser un infarto en el corazón o la presencia de daños irreversibles en los riñones; se calcula que alrededor del 90% de los pacientes con diabetes de más de 15 años de evolución presenta alguna complicación que se traduce en el deterioro significativo de su calidad de vida y la de sus familias.³

¿QUÉ HACER PARA COMBATIR A LA DIABETES?

El combate a la diabetes debe darse en dos niveles, el primero de ellos es la detección oportuna de las personas sanas que están en riesgo de desarrollar diabetes. La población mexicana parece tener un riesgo genético elevado, por lo que una estrategia poblacional conveniente es la aplicación de programas educativos que fortalezcan las buenas prácticas alimentarias y la promoción de actividad física moderada desde la infancia. Esta forma de prevención representa un reto para la sociedad en su conjunto, pero a largo plazo es la única que puede reducir significativamente el número de pacientes con diabetes tipo 2.

En las personas que aún no han desarrollado hiperglicemia crónica pero que tienen factores de riesgo como el antecedente familiar de diabetes, obesidad abdominal, vida sedentaria, aumento de grasas en la sangre (triglicéridos y el colesterol de baja densidad) y aumento de la presión arterial, es recomendable analizar su tolerancia a la glucosa y su sensibilidad a la insulina. Esto es importante porque durante el periodo asintomático estas pruebas detectan la transición de un estado de intolerancia a la glucosa hacia la diabetes. Sin embargo, en la práctica clínica actual solamente se aplican pruebas para determinar el grado de tolerancia a la glucosa; los métodos para estudiar la sensibilidad a la insulina son menos sencillos y no han sido adaptados a las prácticas institucionales preventivas, por lo que una de las estrategias para el control de la diabetes consiste en diseñar y evaluar métodos, para medir la sensibilidad a esta hormona, que sean aplicables a la práctica clínica del primer nivel de atención del sector salud.

El segundo nivel es la prevención secundaria, que tiene por objetivo el diagnóstico oportuno y el control óptimo de la diabetes con el fin de evitar las complicaciones. Debido a que la diabetes no produce síntomas durante los primeros años (hasta 10), la única forma de asegurar el diagnóstico oportuno y controlar la hiperglicemia de los pacientes es tener en cuenta los factores de riesgo de la población y mantenerla bajo una estrecha vigilancia que incluya la medición periódica de la glucosa y los lípidos en sangre.

Por otro lado, es conveniente elegir un tratamiento farmacológico adecuado para cada paciente, pero asegurando las condiciones de control mínimas relacionadas con una alimentación y peso corporal saludable así como un plan de ejercicio adecuado. En muchos pacientes, el control de la hiperglicemia se logra reduciendo el peso, haciendo ejercicio y tomando hipoglicemiantes orales (fármacos que reducen la glucosa sanguínea); estos pacientes no requieren la administración de insulina porque todavía cuentan con una reserva de insulina pancreática, pero los pacientes con una reserva hormonal pobre necesitan insulina como parte de su tratamiento.

Con una buena valoración médica y un tratamiento adecuado, la diabetes, puede estar controlada y el paciente puede llevar una vida plena; sin embargo, la única forma de impedir la aparición de las complicaciones de la diabetes es manteniendo siempre la glucosa sanguínea dentro de los valores normales (70 a 110 mg/dL en ayuno y <140 mg/dL a las dos horas de haber ingerido alimentos) y un estricto control de los lípidos sanguíneos y la presión arterial. La medición y mantenimiento de la hemoglobina glicada (una molécula que se produce por la presencia de glucosa en la sangre) en menos de 7%, es una estrategia conveniente para el paciente, ya que con sólo tres mediciones al año puede lograr un control aceptable.⁴

No obstante lo anterior, en la práctica, debido a factores relacionados con el manejo del cuadro clínico pero especialmente porque se desconocen muchos de los eventos relacionados con la evolución de la diabetes, la mayoría de los pacientes desarrolla complicaciones. Para mejorar la calidad de vida de los pacientes con diabetes tipo 2, se requieren métodos que permitan detectar oportunamente el riesgo de complicaciones vasculares, pero actualmente no se cuenta con pruebas que, de manera independiente, permitan lograr este objetivo. Por ello, la tendencia actual es, por un lado, identificar a las moléculas que sirvan como marcadores del daño vascular y, por el otro, aumentar la sensibilidad de los métodos midiendo simultáneamente varias moléculas. Dentro de estas líneas de investigación, los más recientes resultados generados entre la Universidad de Sonora y

el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), sugieren que la medición simultánea de cuatro moléculas (inmunoglobulina A1 glicada, homocisteína y proteína c-reactiva)^{5,6} en la sangre, podría ser de gran utilidad para seguir la evolución de las complicaciones vasculares de los pacientes diabéticos; actualmente, se está validando esta estrategia en un grupo numeroso de pacientes del IMSS.

IDEAS BÁSICAS

1. El antecedente familiar de diabetes, un aumento importante de la grasa abdominal y una pobre actividad física, son factores de riesgo de diabetes.
2. El diagnóstico de diabetes debe hacerse midiendo la glucosa en la sangre en un laboratorio acreditado.
3. Para prevenir las complicaciones de la diabetes se requiere un control óptimo de la glucosa y los lípidos sanguíneos, así como el control de la hipertensión.
4. Actualmente no se cuenta con un método aprobado para detectar oportunamente el riesgo de complicaciones de la diabetes.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) YACH D, STUCKER D, BROWNELL KD, 2006. *Epidemiologic and economic consequences of the global epidemics of obesity and diabetes*. *Nat Med*. 12(1):62-66.
- (2) CANDIA MC, JIMÉNEZ M; SÁNCHEZ A, CARVAJAL A, VILLARREAL J, VÁZQUEZ L., 2001. *Niveles elevados de IgA en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 no complicada*. *Biotecni*. 3(1):12-16.
- (3) SHEETZ MJ, KING GL., 2002. *Molecular understanding of hyperglycemias's adverse affects for diabetic complications*. *JAMA*. 288(20):2579-2588.
- (4) ADA. 2005. *Standards of medical care in diabetes*. *Diabetes Care*. 28(S1):S4-S31.
- (5) VÁZQUEZ L, CANDIA MC, ROBLES R., 2001. *Hypersialylated macromolecular serum IgA1 in type 2 Diabetes Mellitus*. *Clin Biochem*. 34:35-41.
- (6) CANDIA MC, RASCÓN RA, BRITO O., 2004-2006. *Cuantificación simultánea de inmunoglobulina A1, proteína C-reactiva y homocisteína plasmáticas para evaluar el riesgo de complicaciones vasculares en pacientes con diabetes mellitus tipo 2*. Proyecto de investigación en proceso.



En México la giardiasis es una de las parasitosis más frecuentes, siendo Sonora el estado con mayor prevalencia de giardiasis en nuestro país.

DEFENSAS INMUNES EN GIARDIASIS

G. lamblia es el agente causal de giardiasis, la cual es considerada la infección intestinal parasitaria más común en el humano. La giardiasis sintomática se caracteriza por diarrea intensa, dolor epigástrico, espasmos musculares, náuseas, vómito, fatiga, flatulencia, y malabsorción de nutrientes ocasionando al hospedero una notable pérdida de peso. Esta infección se ha considerado como un factor de retraso en el desarrollo y crecimiento de niños. En México la giardiasis es una de las parasitosis más frecuentes, siendo Sonora el estado con mayor prevalencia de giardiasis en nuestro país. En este artículo se revisan diferentes aspectos relacionados con la biología de *G. lamblia*, así como los mecanismos inmunes involucrados en el control de la giardiasis. Adicionalmente, se discuten diversos proyectos de investigación que se están desarrollando en el Departamento de

CARLOS ARTURO VELÁZQUEZ CONTRERAS

Dr. Carlos Arturo Velázquez Contreras
Doctor en Biología celular en el CINVESTAV
Maestro de tiempo Completo en el
departamento de Ciencias Químico-Biológicas
Universidad de Sonora
velaz@guayacan.uson.mx

Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad de Sonora encaminados a comprender las bases moleculares e inmunológicas involucradas en el desarrollo de vacunas contra *G. lamblia*.

LA GIARDIASIS Y SUS SÍNTOMAS

Giardia lamblia (sinonimos: *Giardia duodenalis* o *Giardia intestinalis*) es el agente causal de giardiasis, la cual es considerada la infección intestinal parasitaria más común en el humano. La giardiasis puede presentarse como infección sintomática o asintomática. La capacidad infectiva de *G. lamblia* depende de varios factores, entre los que se encuentran: el tipo de cepa y el número de quistes ingeridos del parásito, el estado nutricional y el sistema inmunológico del hospedero. La infección sintomática está caracterizada por diarrea intensa, dolor epigástrico, espasmos musculares, náuseas, vómito, fatiga, flatulencia, malabsorción de vitaminas entre las cuales están las vitaminas A y B₁₂; también puede presentarse malabsorción de proteínas, D-xilosa y hierro, lo cual puede ocasionar al hospedero una notable pérdida de peso. Esta infección se ha considerado como un factor de retraso en el desarrollo y crecimiento de niños. Aunque los síntomas pueden ser severos y prolongados, una proporción elevada de personas infectadas son totalmente asintomáticas. Los síntomas típicamente se presentan entre los días 6-15 después de la infección. Las infecciones con *Giardia* son eliminadas por el propio organismo en más del 85% de los casos, indicando que existe una efectiva defensa del hospedero, aunque ocasionalmente existen casos crónicos en ausencia aparente de inmunodeficiencias (5).

SONORA ES UNA ZONA ENDÉMICA DE GIARDIASIS

Se estima que puede haber hasta 200 millones de personas infectadas por *G. lamblia* en el mundo y aproximadamente 2.5 millones de casos de giardiasis se presentan anualmente en Estados Unidos, con una prevalencia más alta en niños menores de 5 años. En México la giardiasis es una de las parasitosis más frecuentes, siendo Sonora el estado con mayor prevalencia de giardiasis en nuestro país.

FORMAS DEL PARÁSITO *G. lamblia*

El parásito *G. lamblia* existe en la forma de trofozoítos y quiste. Los trofozoítos son móviles, colonizan el tracto intestinal y producen enfermedades diarreicas, y en tanto que el quiste de *G. lamblia* es capaz de sobrevivir fuera del hospedero y es la forma infectante del parásito (figura 1). Los trofozoítos de *G. lamblia*, en promedio, miden 12 a 15 micrómetros de largo, por 5 a 9 micrómetros de ancho, poseen 2 núcleos y cuatro pares de flagelos simétricamente colocados. Los quistes de *Giardia* son generalmente ovoides de 7 a 10 micrómetros de diámetro. El quiste contiene dos o cuatro núcleos, y es capaz de permanecer viable por períodos variables de tiempo en condiciones ambientales normales, y posiblemente muchos meses más en refrigeración y condiciones húmedas. Los quistes de *giardia* son relativamente resistentes a los procedimientos de cloración, de ahí la gran habilidad de este parásito para producir grandes epidemias originadas por el consumo de agua contaminada (5).

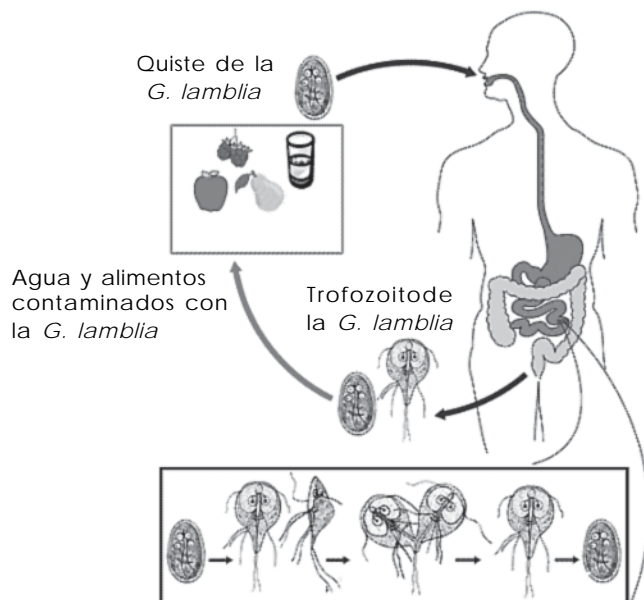


Figura 1. Ciclo de vida de *G. lamblia*. Figura obtenida y modificada de la División de Enfermedades Parasitarias del Centro de Control y la Prevención de Enfermedades (CDC-USA) (<http://www.dpd.cdc.gov/dpdx/HTML/Giardiasis.htm>).

CICLO DE VIDA DE *G. lamblia*

El ciclo de vida de *G. lamblia* inicia cuando el hospedero ingiere agua o alimentos contaminados con quistes del parásito, los cuales inician en el estómago el proceso de desenquistamiento con ayuda del pH ácido de éste, y este proceso es terminado en el intestino delgado, por la exposición de los quistes a un pH neutro propiciado por el fluido duodenal y jejunal, entre otros factores (enzimas hidrolasas, cistein-proteasas, y una familia de catepsinas B pancreáticas). Cada quiste origina a dos trofozoítos, los cuales se establecen en la superficie epitelial de la parte alta del duodeno y frecuentemente en las criptas profundas de la mucosa intestinal, formando grupos de trofozoítos que suelen ser llamados nichos de colonización. Los trofozoítos se multiplican y permanecen en el lumen del intestino delgado. El ciclo de vida de *G. lamblia* se completa cuando los trofozoítos, en su tránsito hacia el intestino grueso, se enfrentan a diversos factores como la deshidratación gradual de las heces aunado esto, a la presencia de un pH neutro y, además, al bajo contenido de colesterol en el íleon, ambiente que se sabe propicia el proceso de enquistación, con el cual quistes infectivos son formados y liberados junto con las heces del hospedero, permitiendo esto, que sea posible iniciar nuevamente el ciclo de vida (5).

A pesar de la importancia clínica que tiene esta infección parasitaria, todavía no se cuenta con ninguna vacuna para prevenir y controlar la infección por *G. lamblia* en humanos.

MECANISMOS DE INMUNIDAD EN CONTRA DE *G. lamblia*

Los mecanismos de inmunidad innata constituyen la primera línea de defensa contra las infecciones, y existen antes de que haya tenido lugar el encuentro con los microorganismos, y son activados rápidamente por éstos antes de que se desarrollen las respuestas inmunes adaptativas (inmunidad específica) (4).

INMUNIDAD INNATA

Existen diversos mecanismos de la inmunidad innata que participan en el control de la giardiasis. *Giardia* coloniza el intestino delgado del hospedero, el cual es un ambiente hostil para muchos microorganismos, por la alta concentración de enzimas digestivas y bilis. Constantemente, las células epiteliales del intestino delgado se están renovando, por lo que *Giardia* tiene que despegarse de ellas y volver adherirse a otras células epiteliales, para evitar que el movimiento peristáltico del intestino la elimine. Las secreciones mucosas pueden contener ácidos, enzimas digestivas, bilis, lisozimas, lactoferrinas, cada uno de los cuales pueden inhibir el crecimiento de microbios. El moco por si solo, actúa como una barrera mecánica y como una matriz viscosa, en la cual los microorganismos pueden ser atrapados, y juega un papel importante para evitar que *G. lamblia* tenga acceso fácil al epitelio intestinal. Adicionalmente, las bacterias que constituyen la “flora normal” del hospedero influyen en el establecimiento de la infección por este parásito (1,3,5).

Como parte de los mecanismos de inmunidad innata, las células epiteliales, secretan productos antimicrobianos como las Defensinas y Lactoferrinas, las cuales poseen actividad anti-*G. lamblia*. Recientemente, se ha sugerido que el Oxido Nítrico (NO) y ciertos radicales libres (ROS) pudieran participar inhibiendo el crecimiento de *G. lamblia*. Existe muy poca información a cerca del rol que desempeñan los macrófagos y neutrófilos en la infección intestinal por *G. lamblia* (1,3).

INMUNIDAD ESPECÍFICA

La respuesta inmune específica hacia diferentes microorganismos esta mediada por los linfocitos B y T. Los linfocitos B son los encargados de la producción de anticuerpos

(respuesta inmune humoral), en tanto que los linfocitos T median las respuestas del tipo celular. El éxito en el desarrollo de vacunas radica principalmente en la generación de memoria inmunológica hacia el microorganismo en cuestión. Los responsables de generar y mantener esta memoria inmunológica son linfocitos B y T (4).

De experimentos realizados en animales de laboratorio carentes de linfocitos T y B, se ha observado que ambas células juegan un papel fundamental para el control de la infección por *G. lamblia*. Los ratones deficientes en linfocitos T y B no pueden eliminar correctamente al parásito, en tanto que los ratones inmunocompetentes erradican la infección. Se ha observado que personas que padecen de inmunodeficiencias que afectan la producción de anticuerpos, presentan tendencias a desarrollar infecciones crónicas por *G. lamblia* (3).

PROTEÍNAS ANTIGÉNICAS DE *G. lamblia*

Para que los linfocitos T y B puedan activarse y realizar sus funciones inmunes, adecuadamente durante una infección por *G. lamblia*, es necesario que éstos reconozcan moléculas específicas del parásito. A estas moléculas del parásito se les denomina antígenos. En la actualidad, se han identificado una serie, de antígenos de *G. lamblia* que son capaces de estimular el sistema inmune del hospedero. Dentro de estos antígenos se encuentra una familia muy amplia de proteínas del parásito, las Proteínas Variables de Superficie (VSP). Las VSP son consideradas una familia heterogénea de proteínas ricas en el amino ácido cisteína (11-12%), con una masa molecular relativa que varía entre 30-200 kDa. Adicionalmente, se han identificado otras proteínas antigénicas del parásito *G. lamblia* como: tubulinas, giardinas, arginina deaminasa, ornitina carbomil transferasa, enolasa, entre otras. Desafortunadamente, se conoce muy poco a cerca de la actividad que desempeñan estas moléculas en la inducción de la respuesta inmune, así como su participación en la generación de una respuesta inmunológica protectora (1).

Uno de los principales retos que se tienen en la actualidad, en el campo de la giardiasis, es la generación de una vacuna que sea

efectiva para controlar la infección en humanos. Esto no ha podido llevarse a cabo, principalmente, por la falta de información científica a cerca de qué moléculas de *G. lamblia* estimulan una respuesta inmune de “calidad” que confiera protección hacia la infección.

En el laboratorio de Inmunohematología Diagnóstica del Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad de Sonora estamos realizando diversos proyectos de investigación, los cuales están encaminados a comprender las bases moleculares e inmunológicas involucradas en el desarrollo de vacunas contra *G. lamblia*. Primeramente, nos hemos dado a la tarea de estudiar la respuesta inmune durante la infección intestinal de *G. lamblia* en pacientes con diferentes formas clínicas de giardiasis (sintomática y asintomática). Debido a que la investigación biomédica con pacientes presenta diversas limitaciones, también nos propusimos desarrollar un modelo de infección de *G. lamblia* en un animal de laboratorio. Para realizar esto, seleccionamos al ratón de la cepa C3H/HeJ por 2 razones fundamentales: 1) el ratón es la especie animal en donde se conoce más a cerca de su sistema inmune, aún más que en el humano; y 2) esta cepa de ratón es susceptible a desarrollar infección por *G. lamblia*. Con base a esto, consideramos que el modelo de infección por giardia en el ratón, es un modelo experimental ideal para el estudio de los mecanismos inmunes involucrados en la infección por *G. lamblia* (2).

Para desarrollar la infección en ratones, se realizan en el laboratorio cultivos de trofozoítos de *G. lamblia* (cepa GS/H7). A cada ratón se le inoculan 5×10^6 trofozoítos vía oral y cada 7 días, posterior a la infección, se obtiene muestras de sangre y copro de los ratones infectados. Con

las muestras biológicas obtenidas de los animales de experimentación, se realizan ensayos inmunoquímicos con la finalidad de conocer si los ratones generaron una respuesta inmunológica (producción de anticuerpos anti-*G. lamblia*) e identificar las moléculas del parásito que son reconocidas por el sistema inmune de los animales infectados. Con este conocimiento, se diseñan experimentos en ratones para indagar si esas proteínas de *G. lamblia* generan una respuesta inmune protectora contra la giardiasis, inducida en este modelo animal. Así mismo, utilizando este modelo animal de giardiasis, se comprenderá con mayor detalle los mecanismos de defensa que monta el hospedero durante la infección por *G. lamblia*, lo cual favorecerá el desarrollo de vacunas, así como la implementación de mejores métodos inmunoquímicos de diagnóstico en giardiasis (2).

BIBLIOGRAFÍA

- (1) ROXSTROM-LINDQUIST K, PALM D, REINER D, RINGQVIST E, SVARD SG. *Giardia immunity—an update. Trends Parasitol.* 2006 Jan;22(1):26-31.
- (2) VELAZQUEZ C, BELTRAN M, ONTIVEROS N, RASCON L, FIGUEROA DC, GRANADOS AJ, HERNANDEZ-MARTINEZ J, HERNANDEZ J, ASTIAZARAN-GARCIA H. *Giardia lamblia infection induces different secretory and systemic antibody responses in mice. Parasite Immunol.* 2005 Sep;27(9):351-6.
- (3) ECKMANN L. *Mucosal defences against Giardia.. Parasite Immunol.* 2003 May;25(5):259-70.
- (4) ABBAS, ABBUL K , LICHTMAN ANDREW H, POBER JORDAN S. 2002. *Inmunología Celular y Molecular*. Cuarta Edición. McGraw-Hill Interamericana.
- (5) ADAM RD. *Biology of Giardia lamblia Clin Microbiol Rev.* 2001 Jul;14(3):447-75.

Proyectos de investigación relacionados con el tema:

-Estudio de la respuesta inmune celular y humoral durante la infección intestinal por *Giardia lamblia* en el ratón.

Fuente de financiamiento: CONACYT

-Establecimiento de bases inmunológicas y moleculares para el desarrollo de una vacuna contra La giardiasis en Sonora.

Fuente de financiamiento: CONACYT

-Identificación y caracterización bioquímica e inmunológica de antígenos inmunodominantes de *Giardia lamblia*

Fuente de financiamiento: CONACYT

ORIENTACIÓN NUTRICIONAL:

PASOS HACIA UNA EDUCACIÓN PARA LA SALUD

SAMUEL GALAVÍZ MORENO, MARÍA ESTHER OROZCO GARCÍA Y ARMIDA ESPINOZA LÓPEZ

En la actualidad, la problemática del sobrepeso es motivo de preocupación, a nivel mundial por lo que es importante la promoción de buenos hábitos de alimentación y actividad física, así como asesoría nutricional, con énfasis en la relación entre alimentación y salud

Dr. Samuel Galavíz Moreno
M.C. María Esther Orozco García
Q.B. Armida Espinoza López
Departamento de Investigación
y Posgrado en Alimentos
División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad de Sonora
sgalaviz@guaymas.uson.mx

Según la Encuesta Nacional de Salud 2000, realizada por el Instituto Nacional de Salud Pública, INSP, “El consumo de dietas altas en grasa, el tabaquismo y la vida sedentaria se vuelven más comunes, predominan las enfermedades no transmisibles con una alta mortalidad causada por enfermedades cardiovasculares escleróticas. Se estima que el incremento en la mortalidad por enfermedad (...) del corazón en América Latina, de 1990 a 2020, sea de 144% en las mujeres y de 148% en los hombres. Lo anterior podría deberse al aumento en la incidencia de enfermedades ateroscleróticas, asociadas a la urbanización y al incremento de otros factores de riesgo, como la inactividad física, la diabetes mellitus, las dislipidemias y la hipertensión arterial”.

En la actualidad, la problemática del sobrepeso es motivo de preocupación, a nivel mundial. En los Estados Unidos de Norteamérica, la proporción de adultos obesos pasó de 13.4% en 1960 a 23% en 1991, un aumento de menos del 10% en 30 años; sin embargo, en los últimos 10 años la obesidad en adultos se incrementó a 31%, un aumento de 8%; la cifra combinada de adultos con sobrepeso u obesidad es de 64% (1). En México, la Encuesta Nacional de Nutrición de 1999 mostró que las mujeres entre 12 y 49 años presentan un 31% de sobrepeso y 21% de obesidad; en el medio urbano el dato combinado es de 54% y se dispara hasta el 60% es la zona norte del país(2). El sobrepeso y la obesidad en Sonora han aumentado también en los últimos años: estudios realizados entre 1979 y 1999 muestran un aumento tanto en el medio rural, de 46% a 55%, como en el medio urbano, de 41% a 63% (3).

Uno de los factores fundamentales en el desarrollo de la problemática del exceso de peso

en la población son los hábitos de alimentación. Los actuales jóvenes universitarios son los futuros padres del mañana y su buena formación en alimentación para la salud impactará a sus hijos, eventualmente. El Módulo de Orientación Nutricional de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, DCBS, nace de los estudios que se han realizado sobre la situación nutricional de los alumnos de la Universidad de Sonora, con la intención de contribuir a la formación de ciudadanos con una mejor idea sobre conceptos de salud relacionados con los hábitos de alimentación y la nutrición, para impactar de manera positiva la problemática social que representan actualmente las enfermedades crónicas. En 1990 Miranda Vázquez (4) realizó el primer estudio sobre la alimentación de los estudiantes y el segundo lo realizó Zavala Mendoza en el 2001 (5). En ambos estudios se encontró que los estudiantes llevan una alimentación que presenta desbalances en el consumo de nutrimentos; en el estudio del 2001 se encontró, además, que, por Índice de Masa Corporal, el 36% de los alumnos tiene sobrepeso u obesidad y el 4% tiene bajo peso para la talla.

El trabajo que se realiza en el Módulo de Orientación Nutricional incluye la promoción de buenos hábitos de alimentación y actividad física, así como asesoría nutricional, con énfasis en la relación entre alimentación y salud. Se realizan consultas personalizadas en las que se realiza un diagnóstico de la alimentación a nivel cualitativo y cuantitativo, evaluación de medidas corporales, llamada antropometría y mediciones de composición corporal, para relacionarlas con la salud. Finalmente, se realiza un seguimiento con evaluaciones periódicas que sirven para adecuar el régimen alimentario individualizado, de acuerdo a la respuesta del metabolismo de la persona. El Módulo es un proyecto institucional

en el que participa la Dirección de Servicios Estudiantiles, DSE, y que funciona con el apoyo de alumnos que realizan su servicio social y tesis profesionales; cada semestre se dan unas 1000 consultas a estudiantes de la Unidad Regional Centro y se están realizando estudios sobre la situación nutricional de los alumnos de las Unidades Regionales Norte y Sur para iniciar programas en orientación nutricional.

La nutrición, y su relación con la salud, contemplan seis conceptos importantes para lograr una alimentación saludable (1):

1. *Los alimentos que seleccionamos afectan nuestra salud.* Si no se seleccionan apropiadamente los alimentos, existe el riesgo de desarrollar problemas de *malnutrición*. El concepto de *malnutrición* se revisó recientemente por el Comité Permanente de la Nutrición en reunión convocada por la Organización Mundial de la Salud, OMS, en marzo de 2006. La nueva definición plantea que la *malnutrición* es una *condición fisiológica anormal causada por deficiencias, excesos o desequilibrios en la ingesta de calorías, proteínas u otros nutrientes*. Hasta antes de esta redefinición, el término *malnutrición* se refería básicamente a problemas de deficiencia en ingesta de nutrientes o calorías pero no contemplaba la problemática asociada con los excesos de consumo (7).

2. *La alimentación debe ser variada, balanceada y moderada.* Los alimentos son el vehículo por el cual nuestro cuerpo recibe los nutrientes; están formados por nutrientes en diferentes proporciones, de tal manera que unos alimentos son fuentes ricas en ciertos nutrientes y otros alimentos lo son en otros; con base a esto se conforman los grupos de alimentos. Es importante consumir alimentos variados para lograr una buena alimentación; el consumo en

cantidades apropiadas de alimentos permite lograr un balance en la nutrición. La moderación en el consumo de alimentos es clave para mantener un peso corporal saludable y evitar el desarrollo de enfermedades crónicas como diabetes *mellitas*, cáncer y las enfermedades cardiovasculares. Además, se debe considerar la cantidad y la calidad de lo que se consume en la cena, ya que la tendencia será a acumular esos alimentos en el organismo. Finalmente, es necesario consumir todos los nutrientes: carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y agua, en las debidas proporciones.

3. *Consumir suficientes calorías para mantener el peso en el rango deseado.* La OMS tiene una clasificación sobre peso corporal: es una medición llamada Índice de Masa Corporal, IMC. Esta medición relaciona el peso en Kilogramos, Kg, de la persona con su estatura en metros, m, de la siguiente manera: $IMC = \text{peso en Kg} / (\text{estatura en m})^2$. Para la OMS un IMC menor a 18.5 indica bajo peso para la talla, de 18.5 a menos de 25 lo considera normal, de 25 a menos de 30 lo considera sobrepeso, y de 30 o más lo considera obesidad. Cuando el IMC es mayor a 25 aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. El consumo de calorías debe relacionarse también con la actividad física, como un componente necesario para regular el peso corporal. El concepto más moderno sobre recomendaciones de consumo de alimentos, incorpora a la actividad física como un componente intrínseco de estas recomendaciones (7).

4. *Balance apropiado de carbohidratos, grasas y proteínas.* Todos los nutrientes son importantes pero estos tres son los llamados macronutrientes, ya que se consumen en cantidades altas si se les compara con los micronutrientes, que son las

vitaminas y los minerales, mismos que se consumen en cantidades pequeñas. Los macronutrientes son los únicos que proporcionan calorías al organismo: los carbohidratos contienen 4 calorías por gramo, las grasas 9 y las proteínas 4. Por su contenido de calorías, el desarrollo del sobrepeso y la obesidad se relacionan con un consumo alto de grasas. Los estudios sobre metabolismo han llevado a la conclusión de que las calorías que se consumen deben estar distribuidas de la siguiente manera: 55 a 60% proporcionadas por carbohidratos, menos de 30% proporcionadas por grasas y 10 a 15% proporcionadas por proteínas.

5. *Alimentación rica en granos enteros, vegetales y frutas, y consumo abundante de agua.* El consumo de fibra, que se encuentra en los alimentos de granos integrales, se relaciona con la disminución en el riesgo de desarrollar cáncer de colon; también se relaciona con la regulación del colesterol sanguíneo. Por otra parte, los vegetales y las frutas son ricos en fibra, vitaminas y minerales importantes para el buen funcionamiento del organismo. Además, estos alimentos son fuentes importantes de compuestos llamados fotoquímicos, sustancias que se encuentran en alimentos de origen vegetal que, aunque no son nutrientes, tienen propiedades de promoción de la salud, como el licopeno del tomate y el sulforafano del brócoli que ayudan en la prevención del cáncer. El agua, también llamado “el nutriente olvidado” es fundamental para una buena salud: se recomienda un consumo de al menos dos litros al día.

6. *Moderación en consumo de grasa saturada, colesterol, azúcar y sal.* El consumo excesivo de grasa saturada y de colesterol se relaciona directamente con los problemas cardiovasculares y con el aumento en la concentración de colesterol sanguíneo, por lo que es importante moderar su consumo. Por otro lado, el consumo excesivo de azúcar se relaciona con problemas en la sensibilidad a insulina, mientras que el consumo excesivo de sal se relaciona con el desarrollo de hipertensión arterial.

CONCLUSIONES

El trabajo que se realiza en el Módulo de Orientación Nutricional de la Universidad de Sonora es importante ya que cumple varias funciones: formación en educación nutricional, espacio para el servicio social, promoción para participación de alumnos en proyectos de investigación y espacio para desarrollar trabajos de tesis.

BIBLIOGRAFÍA:

- (1) GROSVENOR, M.B. AND L.A. SMOLIN. 2006. *Nutrition: Everyday Choices*. John Wiley, Hoboken, NJ, USA.
- (2) Encuesta Nacional de Nutrición, 1999. Instituto Nacional de Salud Pública.
- (3) VALENCIA Y COL. 1981, 1999.
- (4) MIRANDA VÁZQUEZ, 1990. *Alimentación de los estudiantes de la Unidad Hermosillo de la Universidad de Sonora*. Tesis de licenciatura de la carrera de Químico Biólogo.
- (5) ZAVALA MENDOZA, 2001. *Situación nutricional de los estudiantes de la Unidad Regional Centro de la Universidad de Sonora*. Tesis de licenciatura de la carrera de Químico Biólogo.
- (6) Agencia EFE. Diario El Universal, México, 31 de marzo del 2006. *Acuerdan incluir sobrepeso en concepto de malnutrición*.
- (7) www.mypyramid.gov

LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES EN LA UNIVERSIDAD DE SONORA

ROGELIO MONREAL SAAVEDRA, ALEJANDRO GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ Y ROBERTO JIMÉNEZ ORNELAS

El estudio de las ciencias exactas y naturales inició en Sonora en 1964 con la fundación de la Escuela de Altos Estudios de la UNISON, inaugurando las carreras de física y matemáticas. Seis años después de fundada esta escuela, algunos profesores y alumnos formados en ella, iniciaron actividades de investigación científica en colaboración con investigadores de la UNAM, promoviendo así el desarrollo de estas disciplinas en la Universidad de Sonora.

Dr. Rogelio Monreal Saavedra
Director de la División de Ciencias Exactas
y Naturales
Ing. Alejandro Gutiérrez Rodríguez
Secretario Administrativo de la División de
Ciencias Exactas y Naturales
M.C. Roberto Jiménez Ornelas
Coordinador de Vinculación y Servicio Social
de la División de Ciencias Exactas y Naturales

INTRODUCCIÓN

Después de diferentes reagrupamientos, la División de Ciencias Exactas y Naturales (DCEN) ha logrado su consolidación dentro de la Universidad de Sonora, debido a la alta calidad de su planta académica y un alumnado con grandes potencialidades. Cuatro departamentos están agrupados en la DCEN, que son: Matemáticas, Física, Investigación en Física y Geología, con una planta académica que sustenta 5 programas de Licenciatura de alta calidad: Matemáticas, Ciencias de la Computación, Física, Tecnología Electrónica y Geología, así como 4 posgrados, Maestría y Doctorado en Ciencias Matemáticas, Maestría en Matemática Educativa, Maestría y Doctorado en Física, y Maestría en Ciencias-Geología. La fortaleza de la DCEN se encuentra en:

- 1) La investigación básica y aplicada, debido a que esta división es una de las que más investigación realiza.
- 2) Posgrados de calidad dentro del Padrón Nacional del CONACYT.
- 3) Alto número de investigadores en ciencias básicas y aplicadas.
- 4) Sustenta Programas Académicos de alta calidad.
- 5) Cuenta con Proyectos de Desarrollo bien establecidos.



PLANTA ACADÉMICA

La DCEyN cuenta con un gran número de profesores de tiempo completo y de asignatura de alto nivel (170). De esta planta docente, 155 poseen un posgrado (Tabla 1). Actualmente, 110 profesores cuentan con Perfil Deseable PROMEP y 72 forman parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del CONACYT (Tabla 2). El Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), es un programa estratégico que fue creado por la SEP con el propósito de lograr una superación sustancial en la formación, dedicación y desempeño de los cuerpos académicos de las universidades como un medio para elevar la





Edificio de la División de Ciencias Exactas y Naturales.

calidad de la educación superior. Así, el Perfil deseable se refiere al nivel de capacitación académica que posee un profesor universitario de tiempo completo y a las funciones que con tal nombramiento realiza de manera equilibrada (docencia, generación o aplicación innovadora del conocimiento, gestión académica y tutorías).

Tabla 1. Relación de profesores de tiempo completo en la DCEyN y sus niveles académicos del 2000 al 2006.

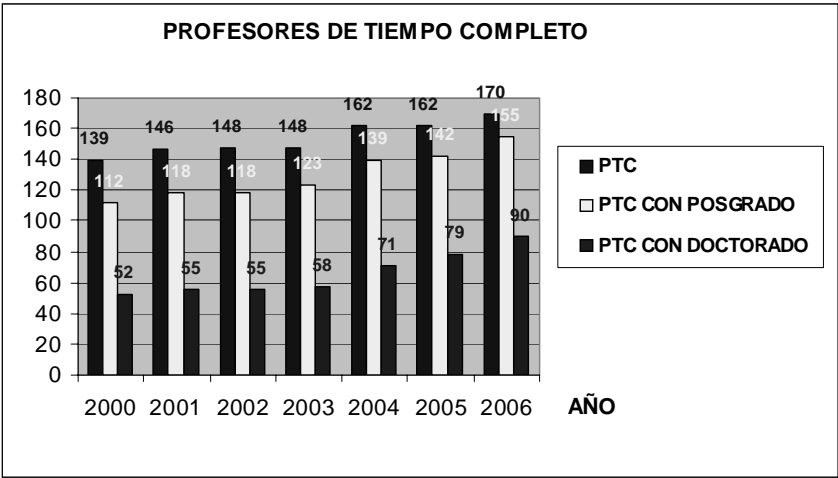
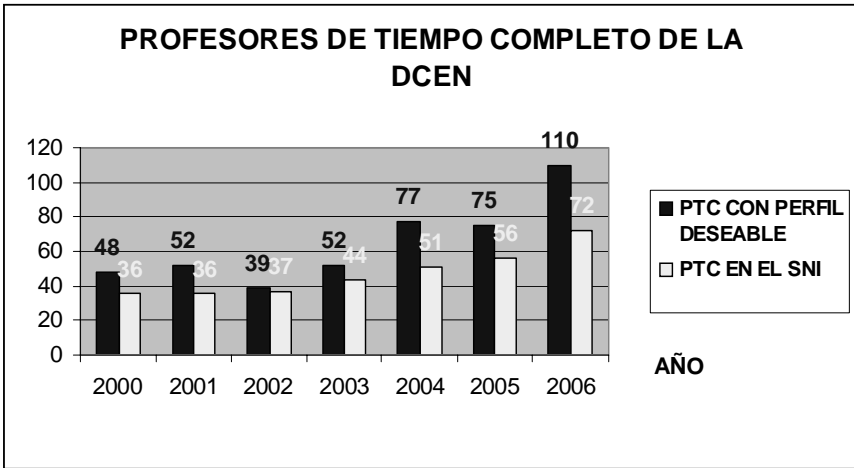


Tabla 2. Relación de profesores de tiempo completo de la DCEN con Perfil Deseable PROMEP y que forman parte del Sistema Nacional de Investigadores



Observatorio "Carl Sagan", Departamento de Investigación en Física y mural "15 años expandiendo en Universo" del Artista Carlos Riós Villegas.

CUERPOS ACADÉMICOS

Un Cuerpo Académico es un grupo de profesores de tiempo completo que comparten objetivos y metas académicas, que se caracterizan principalmente porque comparten una o varias líneas de generación, o aplicación innovadora del conocimiento (investigación o estudio) en temas disciplinares o multidisciplinares.

La DCEN es líder en la UNISON al contar con un alto número de profesores con posgrado (88%), y miembros en el Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT (casi el 50% de la Institución), así como por contar con 6 Cuerpos Académicos en la categoría de “consolidados”, 8 en la categoría de “en consolidación” y 9 en “formación”, reconocidos por la Secretaría de Educación Superior. Este liderazgo avala nuestra capacidad académica de calidad en la atención a los Programas educativos que ofrece la DCEN. Esto es respuesta del fortalecimiento de las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento y del trabajo académico real y convergente que desarrollan los integrantes de estos Cuerpos Académicos para generar y aplicar productos científicos relevantes.

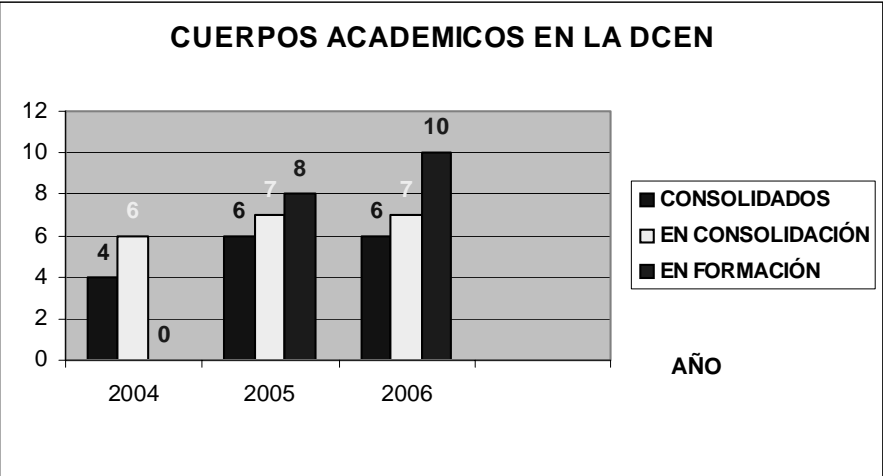


Tabla 3. Cuerpos Académicos reconocidos por la Secretaría de Educación Superior en la División de Ciencias Exactas y Naturales

Los campos de investigación que desarrollan los cuerpos académicos en los que se encuentran agrupados los investigadores de la DCEN, son: Fenómenos Ópticos; Física de Materiales Avanzados; Física de Radiaciones; Física Matemática; Geometría y Sistemas Dinámicos; Estado Sólido; Estratigrafía y Cartografía Geológica; Física Teórica; Geoquímica, Petrología y Geodinámica; Matemática Educativa; Modelado, Estimación y Control de Sistemas Estocásticos; Sistemas de Control; Materiales Blandos; Biomoléculas; Desarrollo de Sistemas de Cómputo para los sectores productivos y/o de servicios; Programación Matemática y Optimización; Estadística y matemáticas aplicadas; Física de Sólidos, Geología Aplicada; Instrumentación y Electrónica; Propiedades Ópticas de los Materiales; Sistemas Electrónicos, Partículas y Cosmología; y Uso de tecnologías de la información y comunicación en la educación matemática universitaria.

PROGRAMAS DE ESTUDIO

La DCEN cuenta con 11 programas académicos, tanto de licenciatura como de posgrado. Como se puede apreciar en la Tabla 4, a pesar de ser una División pequeña, en ésta se ofrecen varios programas académicos.

MATRÍCULA

El número de estudiantes en la DCEN, en comparación con otras Divisiones, es pequeño, pero al mismo tiempo de muy buena calidad, esto trae como consecuencia que la relación profesor/alumno sea más fuerte, lo que repercute en el grado de aprovechamiento de los estudiantes. Sin embargo, se han estado llevando a cabo acciones para promover los programas educativos que ofrece la DCEN y de esta manera, aumentar el número de alumnos en dichos programas.

Tabla 4. Programas académicos que ofrece a DCEyN.

PROGRAMA	Nivel	Depto. de Adscripción
Física	Lic.	Física
Servicios de Física	Lic.	
Física	M.C. y Doc.	Investigación en Física.
Tecnología Electrónica	Lic.	
Matemáticas	Lic.	Matemáticas
Ciencias de la Computación	Lic.	
Matemática Educativa	M	
Matemáticas	M.C. y Doc.	
Servicios de Matemáticas	Lic.	
Geología	Lic.	Geología
Geología	M.C.	

PRINCIPALES FORTALEZAS

Las principales fortalezas en cuanto a su planta docente, infraestructura, y cuerpos y programas académicos de la División de Ciencias Exactas y Naturales son:

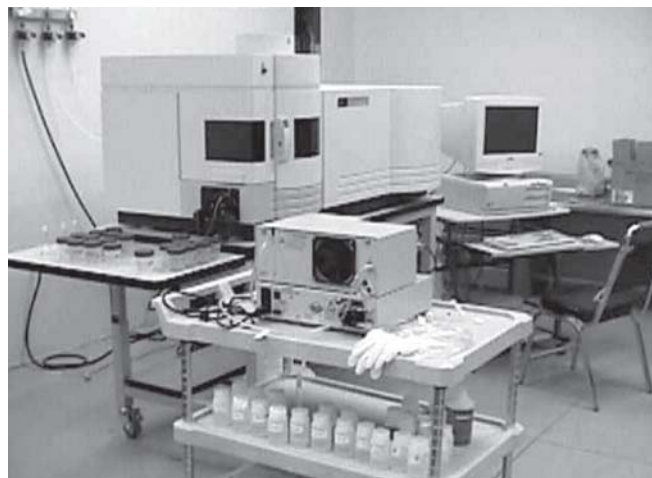
1) *Capacitación de su planta académica.* La DCEN es líder dentro de la institución en cuanto a la capacitación de los profesores, ya que cuenta con la planta académica con mayores grados académicos. Actualmente se tienen 162 profesores de tiempo completo, de los cuales 142 poseen un posgrado (79 con doctorado y 63 con maestría), y 56 son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), con 11 candidatos, 32 Nivel 1, 11 Nivel 2 y 2 Nivel 3. Esto ha dado como resultado que la investigación que se desarrolla en la DCEN sea de alta calidad, y se cuente con programas de licenciatura y posgrado de excelencia académica. Por otra parte, el programa de formación de profesores es un aspecto fundamental para la consolidación de los Cuerpos Académicos y Programas Educativos de la DCEN, contando en la actualidad con 17 PTC en estudios de doctorado y 2 en maestría, así como también 2 profesores de asignatura en estudios de doctorado y 3 en maestría.

2) *Infraestructura y equipamiento moderno en talleres, laboratorios y bibliotecas.* Los Departamentos de la DCEN cuentan con equipos actualizados y de alta tecnología en sus laboratorios y talleres, así como con equipo complementario para prácticas escolares. La biblioteca divisional cuenta con una infraestructura adecuada para atender a los estudiantes, con bases de datos y un acervo bibliográfico de 21,328 títulos y 45,485 volúmenes. Esto complementa la calidad de la educación que reciben los estudiantes.

3) *Programas educativos de licenciatura y posgrado con planes de estudio actualizados.* En el marco de los nuevos Lineamientos Generales para un Modelo Curricular de la institución, la DCEN se involucró en una discusión colectiva sobre la elaboración de un eje básico divisional, el cual fue aprobado por los órganos colegiados institucionales; esto dio inicio a la reforma curricular de los planes de estudio y actualmente todos están ya actualizados e iniciado su implementación. Por su parte, el posgrado en Física ha ingresado al Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT en el 2005 y la Maestría en Ciencias-Geología en el 2006;



Laboratorio de Espectroscopia Óptica, Departamento de Física



Laboratorio de Geoquímica, Departamento de Geología,

mientras que el posgrado en Matemáticas de reciente creación, solicitará su ingreso en el 2007.

4) *Cuerpos académicos consolidados y en consolidación fortalecidos.* Actualmente la DCEN cuenta con 23 Cuerpos Académicos, de los cuales 6 tiene el nivel de consolidados y 7 en consolidación. Esto es respuesta del fortalecimiento de las líneas de investigación y del trabajo académico real y convergente que desarrollan los integrantes de estos Cuerpos Académicos, permitiendo generar y aplicar productos científicos relevantes.

5) *Participación de los profesores en redes académicas.* Los profesores de la DCEN están relacionados a través de proyectos de investigación con profesores de instituciones nacionales y del extranjero, en muchos de los casos, por medio de convenios institucionales, así los académicos de la DCEN participan con investigadores de otras instituciones como: Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, University of

Arizona, University of Colorado, Florida Internacional University, Universite de Marseille, EL Centro de Investigación en Matemáticas A.C., La Universidad Autónoma de Baja California y el Instituto Tecnológico de Sonora.

6) *Espacios consolidados de comunicación académica interna.* La DCEN realiza seminarios semanales y permanentes tanto disciplinares como de enseñanza en Física, Matemáticas, Cs. de la Computación, Tecnología Electrónica y Geología. Se organizan periódicamente eventos académicos de investigación y docencia relevantes como son: Semana de Geología, Semana de Investigación y Docencia en Matemáticas, Semana de Computación, Semana de Cristalografía, Reunión Universitaria de Investigación en Materiales y la Escuela Nacional de Biofísica Molecular, Congreso Internacional de Física.

7) *Buena integración y funcionamiento de la DES.* La DCEN está bien integrada, con un funcionamiento apropiado, compartiendo propósitos académicos comunes, sumando esfuerzos y capacidades en el proceso de

planeación y el logro de resultados para la mejora continúa de la calidad de los procesos educativos.

Las fortalezas arriba mencionadas han contribuido a reforzar los procesos académicos de la DCEN en los siguientes aspectos fundamentales: a) alto perfil de la planta de profesores que atiende los programas de la DCEN, b) participación en investigación de una parte importante de sus profesores, c) fuerte infraestructura destinada a la investigación, d) calidad de sus programas educativos, e) posgrados reconocidos por el CONCYT, f) acciones maduras de investigación y divulgación científica, g) alta calidad de programas de servicios docentes como apoyo a otros planes de estudio de la institución, h) espacios académicos compartidos en un tronco común en la formación básica de estudiantes de los programas educativos de la DCEN, i) integración al programa de asesorías como un programa divisional, j) la integración de estudiantes a los proyectos de investigación, vinculación y servicios, k) mayor participación en movilidad académica y estudiantil.



Equipo GammaCell 220 Excel. Departamento de Investigación en Física.



Microscopio Electrónico de Transmisión (TEM). Departamento de Física.

CONCLUSIONES

- La DCEN es reconocida, en el plano nacional, por su excelencia en docencia, investigación y extensión, cuya organización propicia la generación y actualización del conocimiento por parte de los profesores de sus cuerpos académicos, equiparándose a los estándares de calidad de los mejores programas nacionales similares.

- La consolidación de los cuerpos académicos se manifiesta a través de su vinculación con redes



Mural "La aurora del conocimiento" del Artista Carlos Ríos Villegas

interdepartamentales, interdivisionales, e interinstitucionales, así como a través de proyectos con financiamiento externo, y de investigaciones publicadas en revistas de prestigio nacional e internacional. Los cuerpos académicos consolidados que estructuralmente sustentan los programas docentes, tanto de licenciatura como de posgrado, tienen de una amplia experiencia en formación de recursos humanos e investigación.

- Nuestros programas educativos se están fortaleciendo ya que éstos incorporan criterios de flexibilidad y movilidad estudiantil, incrementando la eficiencia terminal y las tasas de titulación. Los programas de licenciatura y posgrados seguirán siendo reconocidos por su calidad en el marco de los sistemas nacionales de evaluación y acreditación.

- Finalmente, la DCEN posee un gran potencial para la vinculación con los sectores educativo, empresarial, gubernamental y social, en base al alto grado de habilitación y capacitación académica de sus profesores de tiempo completo, así como de su infraestructura de investigación y docencia. En particular, sabemos que la vinculación con el sector productivo es un aspecto que requiere de mucha promoción y difusión entre los profesores, y que tomará varios años en madurar, por lo que fomentar y promover la vinculación es una política que se ha iniciado ya en la DCEN y que rendirá frutos a mediano plazo.



La actividad astronómica en la UNISON nace el 2 de febrero de 1959, día en que llegó a Hermosillo, Fernando José López López, joven entusiasta, cuyo principal objetivo en nuestra ciudad era establecer un observatorio astronómico.

EL DR. FERNANDO JOSÉ LÓPEZ LÓPEZ

Y EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNIVERSIDAD DE SONORA

JULIO CÉSAR SAUCEDO MORALES

El 15 de febrero, el Área de Astronomía cumplió un año más de existencia. La fecha fue celebrada como todos los años por miembros y amigos, para recordar el día en que formalmente empezó a trabajarse coordinada e intensamente en esta ciencia en la Universidad de Sonora (UNISON). Han sido muchos los afanes y, afortunadamente, también muchos los logros alcanzados en los 16 años transcurridos desde su fundación. Pero aquí no me referiré a este período, sino a algo trascendental que ocurrió hace cerca de medio siglo. Les narraré la historia del primer desarrollo astronómico emprendido en nuestra casa de estudios. Historia, por cierto, desconocida por la comunidad universitaria. El propósito del presente texto es arrebatarse al olvido una época luminosa en la historia de la ciencia en nuestra universidad. Al hacerlo, conoceremos al responsable de dicho desarrollo. Mi mayor anhelo es que ese personaje reciba el reconocimiento y lugar que merece en los anales de la historia de nuestra Alma Mater, sirviendo de ejemplo para presentes y futuras generaciones de la misma.

Dr. Julio C. Saucedo Morales
Doctor en Astronomía en la Universidad de Arizona, cuenta con 22 años de antigüedad en la UNISON. Actualmente es Jefe del Departamento de Investigación en Física.

La actividad astronómica en la UNISON nace el 2 de febrero de 1959, día en que llegó a Hermosillo, Fernando José López López, joven entusiasta, cuyo principal objetivo en nuestra ciudad era establecer un observatorio astronómico. Objetivo que logra cabalmente, quedando ubicado éste en la azotea del edificio de Ingeniería Civil. De acuerdo con los primeros documentos que logré reunir, López López fue contratado por el entonces rector (y posteriormente gobernador de Sonora), Lic. Luis Encinas Johnson. Este pionero de la Astronomía permaneció en la UNISON por casi 4 años, hasta el mes de noviembre de 1962, período durante el cual fungió como director del Observatorio Astronómico de la Universidad de Sonora.

Por años traté de localizarlo, para interrogarle acerca de su obra en la Universidad de Sonora durante aquellos años, pero no había tenido la fortuna de contactarlo. Gracias a la maravilla del INTERNET, justo en la víspera del XV aniversario del Área de Astronomía, logré, por fin, localizar su dirección electrónica, a la cual envié el siguiente mensaje: *Estimado Dr. Fernando López, estamos a punto de celebrar el 15 aniversario de la creación del Área de Astronomía en la UNISON, pero reconocemos que usted realizó actividad astronómica en esta universidad muchos años antes que nosotros. Nos gustaría saber si usted quisiera aportar algo acerca de la actividad que usted desarrolló en esa época. Este sería un documento de gran valor y aprecio por parte de quienes integramos el Área de Astronomía. Le agradecería infinitamente si pudiera decirme si llegó hasta usted mi correo. Con gran respeto, Julio César Saucedo Morales.* El Dr. Fernando López, amablemente, me respondió al día siguiente, con el siguiente mensaje: *Dr. Saucedo Morales: Recibí su mensaje y pronto le contestaré en forma más extensa. Muchas Gracias. FJLL.*

Pero nunca llegó a mi correo una segunda respuesta. La dramática explicación a su silencio la descubrí recientemente al toparme con una esquila publicada por el Centro de Óptica de la Universidad de Arizona, donde participaban el fallecimiento de Fernando López López, ex alumno de ese Centro, acaecido en septiembre de 2005, y a quien, según el texto, le sobrevive Anita López López. Debido al sensible deceso de tan ilustre personaje, la historia del *Observatorio de la Universidad de Sonora* sólo puede reconstruirse revisando documentos históricos y





entrevistando a quienes lo conocieron a mediados del siglo XX, ya sea en Hermosillo o en el algún otro lugar.

INFRAESTRUCTURA DEL ANTIGUO OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE LA UNISON

El observatorio contaba con 2 telescopios refractores (son los que utilizan lentes como componentes principales), ambos de montura alemana. Uno de los telescopios era de manufactura inglesa (*Throughton-Simms* 1884) de seis pulgadas de diámetro, el cual fue fabricado para una latitud de 19° , por lo que Fernando López tuvo que construirle piezas adicionales para elevar el eje polar a la latitud de Hermosillo. El otro telescopio, construido en Francia, también a fines del siglo XIX, era de 5.5 pulgadas de diámetro.

Además de los telescopios, se contaba con un fotómetro (instrumento utilizado por los astrónomos para medir el brillo de los astros), diseñado y construido por Fernando López, durante su época en la UNISON. Para su construcción, realizó estancias en diversas instituciones (Observatorio Steward, Observatorio de Kitt Peak, y principalmente, en la UNAM, en la Cd. de México). Existen documentos en la UNISON (correspondencia, informes técnicos y financieros, dirigidos a rectoría) que detallan cómo se construyeron, quiénes colaboraron y cuánto costaron las componentes del fotómetro. Otra excelente fuente de información, es su tesis *Diseño y Construcción de un Fotómetro Fotoeléctrico Infrarrojo para el Observatorio Astronómico de la Universidad de Sonora*, la cual fue presentada en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Existe copia de ésta (dedicada por él mismo a la Escuela de Altos Estudios, en abril de 1967) en la Biblioteca del Departamento de Física de la Universidad de Sonora. Ahí se conservan también varios volúmenes del período 1959-1963 de la revista *Astrophysical Journal*, que formaron parte del acervo con que contó la pequeña biblioteca del observatorio. Hasta la fecha, las revistas conservan la leyenda “Observatorio Astronómico de la Universidad de Sonora”. Además de la infraestructura antes descrita, el observatorio contaba con un pequeño taller mecánico-electrónico.



OPERACIÓN DEL OBSERVATORIO

El observatorio estuvo en operación al menos los cuatro años que permaneció en la UNISON Fernando López. Además de él, participaba en las observaciones el Lic. Enrique Durón Lacarra (información proporcionada por el M. en C. Sergio Otero). Durante los 4 años se llevó un registro climatológico diario que incluía medición de temperatura, presión, humedad relativa y grado de nubosidad. En lo que respecta a las observaciones astronómicas, éstas se realizaban de acuerdo a un programa con horarios bien definidos. Otro dato interesante, es que Fernando López dedicó parte de su tiempo a labores de divulgación científica, ofreciendo la oportunidad de hacer visitas y de impartir conferencias públicas en el observatorio. Así mismo, sabemos que colaboraba con una columna en la sección dominical de periódicos locales, sobre temas científicos.

Al fundarse la Escuela de Altos Estudios en 1964, aún funcionaba en parte el observatorio. El M. en C. Jorge Ontiveros Almada (primer egresado de Matemáticas, recientemente fallecido) me comentó que el Dr. Luis Felipe del Castillo Dávila (primer egresado de Física, actualmente Investigador Titular en la UNAM) y él visitaron el observatorio. Pero toda actividad astronómica cesó a mediados de los 60s. Más aún, es realmente lamentable que todo aquel sueño haya quedado pronto en el olvido. Esto lo afirmo, porque durante mis años de estudiante en Altos Estudios, a finales de los setentas, no recuerdo haber escuchado de la existencia del

observatorio. Aunque aquí es importante tomar en cuenta, que ningún maestro de Altos Estudios tenía un interés profesional por la Astronomía, y que las primeras plantas académicas de dicha escuela fueron bastante efímeras.

¿QUÉ SABEMOS SOBRE FERNANDO LÓPEZ?

La biografía que me envió Anita S. de López, empieza diciendo: *A Fernando siempre le gustó enseñar, lo cual empezó a hacer a la temprana edad de 17 años. Una clase de matemáticas (su materia favorita) que tomaba en la mañana, la enseñaba en la noche en una escuela para adultos; esto fue en la ciudad de México. Cuando era estudiante de la Escuela de Ciencias, en Ciudad Universitaria, dio clases en la Escuela de Ingeniería del mismo lugar. También trabajó como matemático y como traductor del Ruso, para el Director de la Escuela de Astronomía.* Según me comentó recientemente el Dr. Arcadio Poveda, actual presidente del Colegio Nacional y uno de los astrónomos más prominentes de México, Fernando fue parte de las primeras generaciones de astrónomos que se formaron en la Facultad de Ciencias de la UNAM en los años cincuentas, bajo la tutela de la gran astrónoma Paris Pismis. El Dr. Poveda piensa que el Dr. Eugenio Mendoza, pudo haber sido quien influyó en Fernando en la decisión de venir con el proyecto del observatorio a Hermosillo.

El Maestro Ernesto Ogarrio Witrón (persona muy querida entre la comunidad universitaria) me comentó haber llegado a Hermosillo un poco antes que él, y que alcanzó a conocerlo muy bien, ya que ambos residieron en una casa de huéspedes ubicada sobre la calle Pino Suárez, cerca de la actual calle Colosio. El Maestro Ogarrio opina que Fernando López era una persona brillante, con enormes deseos por aprender, que dominaba

los idiomas Inglés y Ruso (conocía también el Nahuatl). Aparte de ser director del observatorio, impartió cursos (Geometría Analítica, Cálculo Diferencial) en las escuelas de Ingeniería, Química, Agronomía y Preparatoria de la UNISON. Así mismo, participó en la elaboración de los programas de estudio de las carreras de Química y Agronomía.

Al dejar la UNISON, Fernando López continúa su actividad astronómica. Anita S. de López me comentó que en 1962 dejó la Universidad de Sonora para irse como Investigador Asociado al Departamento de Astronomía de la Universidad de Texas, y que la razón del cambio se debió a la meta que tenía de realizar estudios de posgrado. Tres años después recibió una beca para estudiar en la Universidad de Arizona, lugar donde posteriormente obtuvo la Maestría en Astronomía y el Doctorado en Óptica, el último en 1973 (con tesis dirigida por el Dr. Roland Shack). Al preguntar al Dr. Miguel Cervantes Montoya, Investigador del DIFUS, si durante sus estudios de Doctorado en Óptica en dicha universidad había conocido al Dr. Fernando López, me comentó que personalmente no lo había conocido, pero que algunos resultados de la tesis del Dr. López le habían sido útiles para desarrollar su propio trabajo de tesis.

Luego de vivir ocho años en Arizona, se va con su familia a California, donde trabaja por un año en *General Dynamics*. Pero al echar de menos la enseñanza, deja la industria para trabajar en el *Southwestern Research College*, como Profesor de Matemáticas, Física y Astronomía. Además de lo anterior, trabajaba los veranos en proyectos de investigación en el laboratorio de la Naval, y un año completo en un proyecto especial del JPL (Laboratorio de Propulsión a Chorro) de la NASA. En sus últimos años se dedicó a la Física



Educativa, siendo a mediados de los noventa tesorero de la Sección de California de la Asociación Americana de Profesores de Física.

En cuanto a su vida personal, en su matrimonio de 45 años con Anita S. de López, tuvo 3 hijos: Anita Citlaltzintli, Leticia Huitzizilin y Fernando Xocoyotzin. También le sobreviven 3 nietos: Seth, Isaías, y Raquel.

¿CUÁL FUE EL DESTINO DE LOS INSTRUMENTOS DEL OBSERVATORIO?

Como si cada telescopio tuviera vida propia, cada uno tiene su propia historia. Al parecer ambos llegaron a la UNISON provenientes del antiguo *Observatorio de Tacubaya*, en el DF. Al dejar de existir el *Observatorio de la Universidad de Sonora*, el telescopio más grande fue llevado al Instituto de Astronomía de la UNAM, en Ensenada, Baja California Norte. El magnífico telescopio adorna actualmente la página de Internet de dicho instituto. El telescopio de 5.5 pulgadas ha tenido una historia más azarosa. Según me comentó el Profesor Ángel Solares, lo encontró en el más completo abandono y decidió restaurarlo (luego de pagar 20 pesos por el telescopio). Le construyó una montura y lo utilizó varios años. En 1987, a solicitud de maestros del Departamento de Física y del DIFUS, el Prof. Solares accedió regresarlo a la UNISON. Desde entonces ha cumplido una fructífera labor, habiendo sido el primer telescopio que utilizamos maestros y alumnos interesados en Astronomía a fines de los ochentas. Después fue utilizado por el Astr. Antonio Sánchez para la observación solar, para lo cual el telescopio se fijaba a una mesa, y mediante un sistema de helióstatos, se dirigía hacia él la radiación solar. Desde hace poco más de 10 años, el telescopio se encuentra en el Laboratorio de Óptica del Departamento de Física.

El Ing. Eugenio Ledesma (actualmente en INAOE) me comentó hace unos 18 años, cuando aún trabajaba en el Instituto de Astronomía de la UNAM, que Fernando López conservaba el fotómetro, que éste funcionaba, y que lo había ofrecido al Observatorio Astronómico Nacional, operado por la UNAM en San Pedro Martir, Baja California Norte. Pero hasta donde sé, el fotómetro no se utilizó en dicho observatorio.

ANÁLISIS FINAL

El texto busca honrar la memoria del Dr. Fernando José López López, persona a quien no tuvimos la suerte de conocer, pero con quien los integrantes del Área de Astronomía del DIFUS nos sentimos profundamente unidos en el esfuerzo por desarrollar la Astronomía en la UNISON.

Surgen varias preguntas ¿Por qué FJLL dejó la UNISON? ¿Por qué no tuvo continuidad el proyecto del observatorio? La respuesta a la primera pudo haber sido su interés por encontrar el mejor lugar para desarrollarse como astrónomo. Habiendo experimentado las ventajas de los observatorios norteamericanos, opta por continuar su actividad en dichos lugares. La respuesta a la segunda pregunta es de mayor relevancia para nosotros. La explicación obvia es que, el campus de la UNISON no es un lugar apropiado para la observación nocturna, debido a la contaminación de luz de la ciudad. Pero ciertamente pudieron haberse localizado sitios con excelentes condiciones para la actividad astronómica, bajo el privilegiado cielo sonorenses. Yo pienso que la verdadera razón para que no continuara el proyecto del observatorio, es que no existieron las condiciones para poder desarrollarse, sin la presencia de Fernando o de alguien con su dinamismo y experiencia científica. El gran vacío que entonces había, era la ausencia de carreras afines a la astronomía, como son las de Física y Matemáticas. Es irónico que a punto de morir el observatorio, éstas se crean en la UNISON. En retrospectiva, es realmente admirable que la Institución haya tenido una respuesta tan positiva para la instauración del observatorio.

En el presente las circunstancias son distintas. La Universidad de Sonora cuenta con plantas académicas de alta calidad en Física y Matemáticas, y con un grupo activo en diversos

aspectos del quehacer astronómico. El Área de Astronomía es ampliamente conocida por su aportaciones a la comunidad, no sólo sonorenses, sino también mundial. Con apoyos razonables podríamos contar en un futuro cercano con un observatorio en montaña, además de abrir la Licenciatura en Astronomía, como una nueva carrera en la oferta de la UNISON. En pocas palabras, se avizora un brillante futuro. Pero no debemos olvidar nunca, que hubo un día en que alguien llegó a la UNISON con la ilusión de realizar un sueño importante: la creación del Observatorio de la Universidad de Sonora. Ojala que el valor de su esfuerzo sea siempre recordado con cariño.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a quienes amablemente proporcionaron información para la realización de este trabajo. De manera especial, agradezco a Anita S. de López, quien tuvo la gentileza de enviarme la fotografía que se presenta de Fernando y revelarme que él tenía en su corazón un lugar muy especial para Sonora, ya que aquí encontró y se casó con la madre (la propia Anita) de sus hijos, y donde nació su primera hija “Estrellita” (significado de Citlaltzintli). Además de las personas mencionadas en el texto, doy las gracias a mi colega, Astr. Antonio Sánchez Ibarra, Responsable del Área de Astronomía, por sus valiosos comentarios, y a nuestro amigo, Dr. Alfredo Santillán González (Astrónomo de la UNAM), por haberme proporcionado la foto del telescopio de 6 pulgadas, que se encuentra actualmente en la UNAM, Ensenada. Finalmente, agradezco las atenciones brindadas por el Departamento de Recursos Humanos de la UNISON por permitirme consultar el archivo de microfichas, lugar donde encontré un tesoro de información sobre el tema.



Actualmente, la radiación juega un papel muy importante en áreas de salud y medicina, por su capacidad para desinfectar y esterilizar materiales en tiempos relativamente pequeños y con una gran eficiencia.

LAS RADIACIONES Y SUS APLICACIONES

R. MELÉNDREZ, M. PEDROZA-MONTERO, M. BARBOZA-FLORES Y B. CASTAÑEDA

*Dr. Rodrigo Meléndrez Amavizca,
Dr. Marcelino Barboza-Flores
Departamento de Investigación en Física
de la Universidad de Sonora
Martín Rafael Pedroza Montero y Beatriz del
Carmen Castañeda
Departamento de Física
de la Universidad de Sonora*

La radiación, proveniente de cualquier fuente natural, es un recurso energético casi inagotable que no ha sido aprovechado en su totalidad. Los primeros usos de la radiación se enfocaron a la preservación de alimentos y a la desinfección de plagas en granos y harinas. Actualmente, la radiación juega un papel muy importante en áreas de salud y medicina, por su capacidad para desinfectar y esterilizar materiales en tiempos relativamente pequeños y con una gran eficiencia. Así mismo, la radiación se emplea con fines de diagnóstico no invasivo para etapas tempranas de algunas enfermedades y para el tratamiento o remoción de masas tumorales sin intervención quirúrgica. Además, la enorme capacidad para generar energía eléctrica de la radiación, en forma de calor proveniente de los procesos de fisión nuclear, establecen esta forma de generación de energía como económicamente viable, sobre todo cuando al parecer la cantidad de energéticos fósiles está llegando a su fin. En este artículo presentamos una panorámica breve de la radiación y sus usos, destacando la sencillez de sus aplicaciones y su factibilidad técnica a nivel industrial.

INTRODUCCIÓN

La radiación es una forma de energía que siempre ha estado presente en nuestro entorno natural y proviene de fuentes externas a nuestro planeta (rayos cósmicos, luz solar, etc.), fuentes locales y de origen natural (fondo de radiación natural). La radiación en sí puede ser una onda electromagnética con características similares a la luz visible pero con la particularidad que lleva un poco más de energía que ésta, como es el caso de la radiación ultravioleta (UV), rayos X y rayos γ . Por otro lado, la radiación también puede estar constituida por partículas que llevan energía, tal como los rayos γ en donde los electrones son los portadores de la energía. Históricamente, la fuente de las radiaciones estuvo asociada con procesos dentro del núcleo de los átomos, razón por la cual, generalmente, las radiaciones se

denominan como radiaciones nucleares. Los primeros estudios en este campo se enfocaron a la radiactividad natural emitida por el Radio-226 y observada, por primera vez, por los esposos Curie.

La radiactividad se manifiesta a través de la emisión espontánea de ciertas radiaciones por parte de núcleos atómicos. Dichas radiaciones son capaces de imprimirse en placas fotográficas (como lo observó Becquerel en los experimentos que lo condujeron, a descubrir este fenómeno en 1896 usando sulfato de uranio y potasio), de producir destellos al incidir en materiales fluorescentes, y de producir ionización en los materiales que atraviesan. Estas propiedades de las radiaciones han servido de base para la operación de los detectores de las mismas.

CARACTERÍSTICAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RADIACIÓN

Existen tres tipos de radiaciones emitidas por sustancias radiactivas, a las cuales se les asignaron los nombres de radiaciones α , β y γ con base a sus poderes de penetración crecientes y a sus poderes de ionización decrecientes respectivamente. La radiación α , que son núcleos de Helio y tienen carga $(+2e)$, son detenidos por unas hojas de papel o algunos decímetros de aire produciendo una ionización alta de los átomos o moléculas del material en que inciden. La radiación β (electrones que provienen del núcleo, cuya carga es $-e$) requieren varias hojas de aluminio o varios metros de aire para ser detenidos por completo, y su poder de ionización es intermedio. En contraste, la radiación γ (radiación electromagnética, proveniente de un núcleo excitado) es tal que una fracción de la misma siempre atraviesa cualquier espesor de absorbedor, inclusive plomo, y producen una ionización relativamente baja. La figura 1 muestra esquemáticamente los tres tipos de radiación descritos.

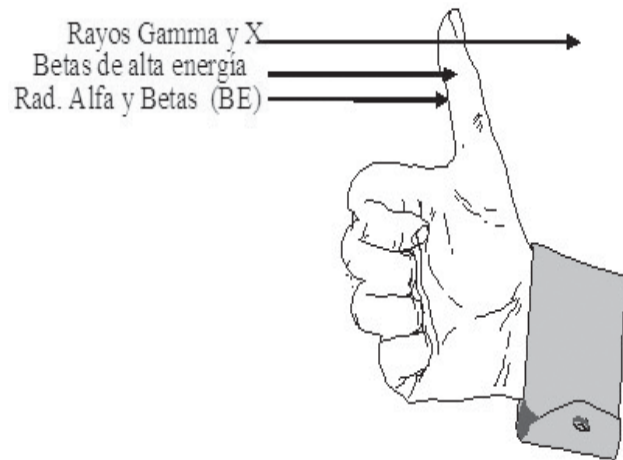


Figura 1. Descripción esquemática de la penetración de distintos tipos de radiación. Los rayos gamma son los más penetrantes, mientras que la radiación alfa y beta depositan su energía en la piel o los huesos. La abreviación BE que aparece para las radiaciones alfa y beta, significa baja energía.

APLICACIONES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE RADIACIÓN

Las aplicaciones que tienen las radiaciones son muy variadas y están involucradas en temas como la irradiación de alimentos, medicina, generación de energía eléctrica y autenticación y fechado de piezas de arte o arqueológicas, entre otros.

APLICACIÓN EN ALIMENTOS

La irradiación de los alimentos ha sido identificada como una tecnología segura para reducir el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Esta tecnología se utiliza en la producción, procesamiento, manipulación y preparación de alimentos de alta calidad. Es a su vez, una herramienta que sirve como complemento a otros métodos para garantizar la seguridad y aumentar la vida en anaquel de los alimentos. La presencia de bacterias patógenas como la *Salmonella*, es un problema de creciente preocupación para las autoridades de salud pública, que puede reducirse o eliminarse con el empleo de esta técnica también denominada “Pasteurización en frío”. La irradiación de alimentos, como una tecnología de seguridad alimentaria, ha sido estudiada por más de 50 años y está aprobada en más de 40 países. Cuenta también con la aprobación de importantes organismos internacionales: la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Internacional de Energía Atómica (IAEA). Se ha autorizado la irradiación de papa, cebolla y ajo (para inhibir brote); de fruta (para prolongar la vida útil); de champiñón y espárrago (para retardar su maduración); y de especias, frutas y vegetales deshidratados (para reducir la contaminación microbiana).

De acuerdo con la cantidad de energía suministrada, se pueden lograr distintos efectos. En un rango creciente de dosis, es posible inhibir la brotación de bulbos, tubérculos y raíces (papas sin brote durante 9 meses a temperatura ambiente); esterilizar insectos como la “mosca del Mediterráneo” para evitar su propagación en áreas libres, cumpliendo así con los fines de cuarentena, en

productos fruti-hortícolas y granos; esterilizar parásitos, como *Trichinella spiralis* en carne de cerdo, interrumpiendo su ciclo vital en el hombre e impidiendo la enfermedad (triquinosis); retardar la maduración de frutas tropicales como banana, papaya y mango (en general tanto en este caso como en los siguientes, la vida útil se duplica o triplica); prolongar el tiempo de comercialización por ejemplo, de carnes frescas y “frutas finas”, por reducción de la contaminación microbiana total, en un proceso similar al de la pasteurización por calor.

A continuación presentamos la tabla 1 donde se establece el año en que fue autorizado el proceso de irradiación, el tipo de alimento, así como las dosis que se establecieron como seguras para efectos de bioprotección de estos alimentos. Esta información corresponde a los Estados Unidos de América. Es importante notar que en algunos países es obligatorio el etiquetado de los alimentos irradiados con la “Radura” empleada inicialmente por el departamento de alimentos y drogas de Estados Unidos. Figura 2.

Tabla 1. Dosis seguras en los procesos de control de microorganismos en alimentos. Las unidades de medida para las dosis absorbidas están en Grays (Gy). 1 Gray = 1Joule / Kg. 1 (kGy)* = 1000 Gy.

Fecha	Alimento/Producto	Dosis (kGy)*	Propósito
1963	Trigo y harina de trigo	0.2 - 0.5	Desinfectación de insectos
1964, 1965	Papa blanca	0.05 - 0.15	Se inhibe el brote y se extiende la vida de anaquel
1983	Espicias y Sazonadores a base vegetales secos (38 tipos)	30 máximo	Desinfectación de insectos y descontaminación
1985	Puerco (en canal o fresco, cortes no cocinados)	0.3 - 1.0	Control de la <i>Trichinella spiralis</i>
1985, 1986	Enzimas secas o deshidratadas	10 máximo	Control de insectos y/o microorganismos
1986	Fruta	1 máximo	Retardo en la maduración y desinfectación de insectos
1986	Vegetales Frescos	1 máximo	Desinfectación de insectos
1986	Hierbas	30 máximo	Control de microorganismos (descontaminación)
1986	Espicias	30 máximo	Control de microorganismos
1986	Sazonadores vegetales	30 máximo	Control de microorganismos
1990	Pollo fresco o congelado	3 máximo	Control de microorganismos (incluida <i>Salmonella</i>)
1995	Carne fresca y empacada (uso por la NASA solamente)	44 mínimo	Esterilización (destrucción de microorganismos)
1995	Comida para animales y mascotas	2 - 25	Control de <i>Salmonella</i>
1997	Carne roja fresca Carne roja congelada	4.5 máximo 7.0 máximo	Control de microorganismos



Figura 2. En 1986 la Food and Drugs Administration (FDA) de Estados de América aprobó este símbolo (Radura, flor en un círculo) como logo para indicar tratamiento de irradiación a los alimentos, que ya ha tenido una aceptación internacional.

APLICACIONES EN MEDICINA

El empleo de las radiaciones en la medicina ha desarrollado las aplicaciones que más impacto han causado en la sociedad. Una de ellas es la del diagnóstico, ya que los métodos no son invasivos ni se requieren de intervenciones quirúrgicas y permite detectar anomalías que son difíciles o imposibles para otras técnicas, además de establecer una vía importante para la detección temprana o en sus primeras etapas de las enfermedades, lo que a la postre brinda al paciente una probabilidad más alta de recuperación y en un tiempo menor.

El uso de la radiación en la práctica médica abarca la totalidad del cuerpo, aunque es lo suficientemente específica como para tratar un tumor o tumores localizados e incluso órganos completos. La mayoría de los tratamientos para enfermedades son del tipo líquido intravenoso (quimioterapia), que alcanza la totalidad de células con actividad sospechosa. Sin embargo, cuando la masa o tumor está muy bien localizado se emplea la radiación gamma para destruirlos o eliminarlos sin la necesidad de una operación quirúrgica.

Recientemente, se ha promovido la irradiación de tejidos humanos, tales como la sangre, piel, órganos y huesos, con el doble propósito de esterilizarlos y evitar el rechazo en un trasplante. El uso de sangre irradiada es generalmente indicado cuando el paciente tiene su sistema inmunológico muy débil, tales como los pacientes con SIDA o bebés recién nacidos (neonatos). En este sentido, la piel irradiada presenta una ventaja indudable para pacientes con quemaduras graves. En casos de extrema

urgencia, cuando es necesario transplantar un órgano (corazón, pulmón, hígado, etc.) que por su complejidad y su funcionamiento dentro de un individuo presenta un gran reto cuando el receptor lo rechaza. Esto se debe principalmente a una serie de reacciones del sistema inmunológico que se disparan con la presencia de antígenos “extraños” dentro del material transplantado. Es posible reducir al mínimo estas reacciones, si el órgano se trata previamente con dosis bajas de radiación con el propósito de limitar o disminuir significativamente la concentración de tales antígenos sin dañar al tejido, esto promueve una adaptación rápida del órgano en su nuevo cuerpo. De igual manera, la irradiación de tejido óseo permite transplantar huesos sin el peligro de rechazo o de infecciones.

Por otro lado, México también cuenta con un reactor nuclear para investigación que se encuentra localizado en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) ubicado en Salazar, Estado de México (figura 3). En este reactor se producen, entre otras cosas, material radiactivo con fines médicos, como lo es el Tecnecio-99, que es muy utilizado con fines de diagnóstico y tratamiento en las áreas de medicina nuclear. El primero de julio de 1968 se inició la instalación del reactor, que era el mejor de su época, pues desde el punto de vista de investigación, era el reactor más avanzado en el mundo. El reactor considerado como el más seguro que se había construido, ya que el combustible mismo del reactor contiene el extinguidor, el cual actúa y detiene de golpe la combustión cuando la temperatura del combustible nuclear pasa de los 350 grados centígrados.



Figura 3. Reactor Nuclear de Investigación del ININ, podemos ver el núcleo encendido y la luz que se observa es debida al efecto Cerenkov.

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Ante la inminente desaparición de los energéticos fósiles como el petróleo, el gas natural o el carbón, se ha intensificado la búsqueda de una fuente alternativa de energía, que pueda cumplir con los requerimientos de una sociedad creciente y altamente demandante de energía eléctrica. Ha habido algunas opciones que involucran a las fuerzas naturales para que hagan el trabajo de producir energía eléctrica, por ejemplo las masas de aire con los generadores eólicos, las masas de agua con las plantas hidroeléctricas y, más recientemente, la radiación nuclear que a través de reactores

(nucleares) proporciona una fuente casi ilimitada de energía en forma económicamente viable.

En el mundo, hay alrededor de unos 300 reactores nucleares dedicados a la generación de energía eléctrica o para investigación en funcionamiento, la mayoría de ellos se encuentran ubicados en Estados Unidos, Rusia, China y Francia. México también cuenta con esta tecnología en el área de Laguna Verde, y sus generadores producen entre 650 y 1300 MW (megawatts). Para tener una idea de esta gran potencia eléctrica, podemos decir que esta potencia eléctrica satisfaría con creces la demanda del Distrito Federal y su más de 20 millones de habitantes. Laguna Verde está constituida por dos unidades independientes destinadas a la producción de energía eléctrica. La primera unidad inició su operación comercial el 14 de agosto de 1990 y la segunda unidad el 12 de abril de 1995. Esta instalación es operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Todos los reactores nucleares convencionales son dispositivos donde la fisión de una sustancia radiactiva produce calor. También hay neutrones que salen como subproductos y sirven, a su vez, para fragmentar a otros núcleos. Esto constituye un proceso denominado fisión nuclear controlada. Los reactores utilizados en Laguna Verde son del tipo conocido como “reactores de agua hirviente” (BWR, por sus siglas en inglés). Aquí la fuente de calor es Uranio 238 enriquecido al 2.45% que al estar en contacto con el agua, la evapora; el vapor mueve turbinas que generan electricidad y luego se condensa para emplearlo como refrigerante de nuevo en este ciclo cerrado (figura 4).

El empleo de esta tecnología generalmente ha sido cuestionado, principalmente por la generación de material radiactivo degradado o empobrecido que ya no puede mantener la fisión controlada y producir calor, que es residuo peligroso de manejar. Sin embargo, tal peligrosidad asociada a estos desechos, en comparación con la de los millones de toneladas de contaminantes que por minuto se arrojan a la atmósfera, resultado de la generación de energía eléctrica por los métodos convencionales, resulta claramente insignificante. Finalmente, resta decir que hay cálculos preliminares que indican que por la utilización de cada gramo de material radiactivo se dejan de usar tres millones de toneladas de carbón natural.

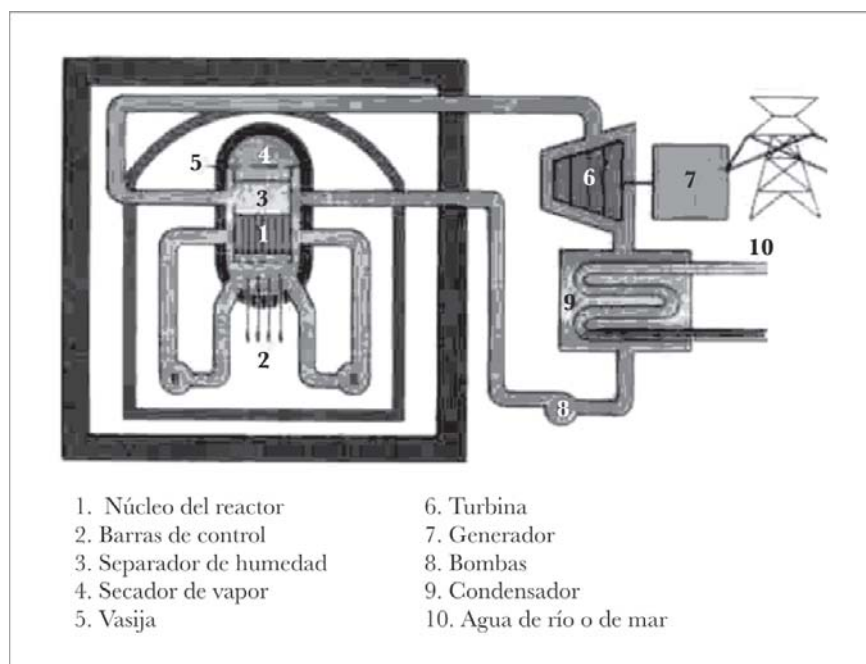


Figura 4. Diagrama esquemático de las centrales de agua en ebullición (BWR) como la Nucleoeléctrica Laguna Verde, de uranio enriquecido como combustible y agua ordinaria en ebullición como moderador y refrigerante.

DOSIMETRÍA

Todas las personas que trabajan con material radiactivo o con fuentes de radiación ionizantes, están absorbiendo una determinada dosis de radiación; entre mayor tiempo estén expuestas a la radiación, mayor será la dosis absorbida por ellas. Existen límites a las dosis absorbidas por las personas para poder trabajar en forma segura, estas dosis ya están establecidas a nivel internacional y existe una adecuación en cada país. En México la dosis anual al tejido puede ser de máximo 50 miliSieverts (mSv), por lo que es muy importante dar un seguimiento a todas las personas que trabajan con radiación, debido a los efectos en la salud que pudieran tener si se rebasan los límites establecidos. Aunque comercialmente ya existen dosímetros personales para llevar acabo estas lecturas, actualmente se da una fuerte investigación en nuevos materiales que sean más sensibles, baratos, y que cubran un mayor rango de dosis. En el Centro de Investigación en Física de la Universidad de Sonora, se ha trabajado y propuesto como buenos materiales dosimétricos al NaCl, KBr, KCl contaminados con Europio (Eu^{2+}), además de otros materiales como diamante crecido en películas de distintos grosores.

CONCLUSIONES

Los usos pacíficos de la radiación representan un avance significativo en la implantación de procesos tecnológicos en la industria, sobre todo en aquellas relacionadas con la producción de alimentos y la salud. Pilares básicos en los satisfactores de una sociedad. Gracias a la radiación, hoy contamos con alimentos más higiénicos y que duran más tiempo, así como también disponemos de métodos de detección de algunas enfermedades en sus primeras fases, esto es cuando se pueden tratar y no constituyen un peligro para la vida. Aún más, la radiación nos provee de instrumental quirúrgico para hacer operaciones que le resultaría a un cirujano inoperable o muy difícil de realizar. Este dispositivo ya es de uso común y se le conoce como “cuchillo gamma” (*gamma knife*).

En el presente, la energía nuclear es una alternativa viable y uno de los usos de la radiación con más futuro ante la extinción de las fuentes energéticas basada en combustibles fósiles. Además la energía nuclear es una fuente que genera energía a gran escala y es casi inagotable.

En la Universidad de Sonora contamos con distintas fuentes de irradiación, como Estroncio-90 y Níquel-63, emisores de radiación β , Cesio-137 y Cobalto-60 emisores de radiación γ , las cuales se utilizan en áreas de investigación tan distintas como: 1) La caracterización de nuevos materiales para medir las dosis de radiación β y γ ; que son importantes para llevar un control de la dosis absorbida por las personas que trabajan con fuentes de radiación, como los profesionales que trabajan en medicina nuclear, gabinetes de rayos X o, en general, en laboratorios o centros de investigación que utilizan fuentes radioactivas. 2) Aplicaciones en irradiación de alimentos, en particular, se ha realizado investigaciones en la irradiación de especias (chile, orégano, pimienta, y harinas que están deshidratados) con muy buenos resultados. Trabajos futuros en estas dos líneas de investigación se podrán realizar por medio de un irradiador autoblandado de Cobalto-60 modelo Gammacell 220 Excel, de reciente adquisición en la Universidad de Sonora, en el cual podemos estudiar muestras con un volumen de hasta 1 galón (casi 4 litros), con una tasa de dosis de 12 kGy/hr, con la cual podemos cubrir todas las dosis establecidas por la tabla 1, para irradiación de alimentos u otros tipos de materiales a estudiar bajo la influencia de la radiación.

BIBLIOGRAFÍA

- GASTELUM S; OSUNA I; MELENDREZ R; CRUZ-ZARAGOZA E; CHERNOV V; CALDERON T; BARBOZA-FLORES M., 2002. *Application of a thermoluminescence method for the detection of irradiated spices*. Radiation protection dosimetry, 101(1-4),137-40.
- AGUNDEZ-ARVIZU, Z.; FERNANDEZ-RAMIREZ, M. V.; ARCE-CORRALES, M. E.; CRUZ-ZARAGOZA, E.; MELENDREZ, R.; CHERNOV, V.; BARBOZA-FLORES, M., 2006. *Gamma radiation effects on commercial Mexican bread making wheat flour*. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 245(2), 455-458.
- PRECIADO-FLORES, S.; SCHRECK, M.; MELENDREZ, R.; CHERNOV, V.; BERNAL, R.; CRUZ-VAZQUEZ, C.; BROWN, F.; BARBOZA-FLORES, M., 2005. *Thermoluminescence characterization of a MWCVD diamond film exposed to x-rays and UV radiation*. Physica Status Solidi A: Applications and Materials Science, 202(11), 2206-2211.
- GONCALVES, J. A. N.; SANDONATO, G. M.; MELENDREZ, R.; CHERNOV, V.; PEDROZA-MONTERO, M.; DE LA ROSA, E.; RODRIGUEZ, R. A.; SALAS, P.; BARBOZA-FLORES, M. *OSL and TL dosimeter characterization of boron doped CVD diamond films*. Optical Materials (Amsterdam, Netherlands) (2005), 27(7), 1231-1234.
- BARBOZA-FLORES, M.; MELENDREZ, R.; GONCALVES, J. A. N.; SANDONATO, G. M.; CHERNOV, V.; CRUZ-ZARAGOZA, E.; OCHOA-NUNO, J. D.; BERNAL, R.; CRUZ-VAZQUEZ, C.; BROWN, F., 2004. *Optically stimulated luminescence dosimetry on CVD diamond films*. Physica Status Solidi A: Applied Research, 201(11), 2548-2552.
- CHERNOV, V.; MELENDREZ, R.; BARBOZA-FLORES, M. 2002. *Ultraviolet thermoluminescent dosimetry using high temperature peaks in KCl:Eu²⁺ crystals*. Radiation Protection Dosimetry, 100(1-4), 425-428.
- PEDROZA-MONTERO, M.; MELENDREZ, R.; CHERNOV, V.; BARBOZA-FLORES, M.; CASTANEDA, B., 2002. *Study of the phototransferred thermoluminescence in KCl:Eu²⁺ phosphors*. Radiation Protection Dosimetry, 100(1-4), 183-185.
- PEDROZA-MONTERO, M.; CASTANEDA, B.; MELENDREZ, R.; CHERNOV, V.; BARBOZA-FLORES, M., 2001. *Comparative investigations of TL and OSL in KCl:Eu²⁺ crystals irradiated with UV and x-rays*. Radiation Effects and Defects in Solids, 154(3-4), 319-324.

CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD: ELEMENTOS BÁSICOS PARA PROMOVER UNA CULTURA SUSTENTABLE DESDE LA UNIVERSIDAD

RAFAEL PACHECO RODRÍGUEZ

¿Cómo hacer para que la sociedad se apropie del conocimiento integral, científico, tecnológico y humanístico, y que éste sirva como detonante del desarrollo sustentable de su localidad?

Ing. Rafael Pacheco Rodríguez

Responsable de la Coordinación de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica de la División de Ingeniería Universidad de Sonora.

Ingeniero Geólogo con Especialidad en Desarrollo Sustentable
pacheco@correom.uson.mx

Sustentabilidad y desarrollo son temas complejos, usados más en los discursos que en la práctica, sin embargo, los grandes problemas de nuestro mundo sí son una realidad, la inequidad, la contaminación, el desempleo. ¿Cómo hacer para que la sociedad se apropie del conocimiento integral, científico, tecnológico y humanístico, y que éste sirva como detonante del desarrollo sustentable de su localidad? El acceso a la información y la comunicación social deben de desempeñar un papel importante.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA: PLATAFORMAS DEL DESARROLLO

La cultura, la educación, la ciencia y la tecnología se consideran como las plataformas sobre las que se sustenta el desarrollo de un país. En la globalidad actual, el estado de Sonora se encuentra en una posición geográfica estratégica por compartir frontera con el país más avanzado económica y tecnológicamente del mundo, y es un puente de enlace comercial con los países asiáticos, y posee un potencial de recursos (minería, pesca, agricultura, ganadería, turismo, etc.) que lo posesionan dentro de los estados que pueden desarrollar proyectos de inversión y de desarrollo regional. En esta perspectiva es prioritario contar con políticas públicas que induzcan el desarrollo económico sustentable. No se puede continuar con el modelo de desarrollo actual ni mucho menos con el enfoque del modelo económico, ya que ha demostrado serias deficiencias pues prevalece la mayor desigualdad, desempleo, uso irracional de los recursos naturales, una mayor contaminación, aumento en la desertificación, agotamiento de los recursos hídricos, planeación urbana deficiente, rezago educativo, escaso apoyo a la investigación científica y tecnológica, una

comunidad rural cada vez más desprotegida, limitado acceso a la información y a los beneficios de los avances en ciencia y tecnología. Ante esta realidad, las universidades están obligadas a reforzar sus programas de extensionismo y vinculación con los diversos sectores sociales con énfasis en el educativo y el productivo, pero más específicamente corresponde a las disciplinas relacionadas con las ingenierías, pues son las que cuentan con metodologías y con conocimientos aplicados y de desarrollo tecnológico.

LA SOCIEDAD Y LA ERA DEL CONOCIMIENTO

La era del conocimiento, caracterizada por un desarrollo sin precedentes en el ámbito científico, tecnológico y de la información, ha traído consigo que los países ricos sean más ricos y los pobres más pobres, lo cual es una paradoja, pues pareciera que el conocimiento y el desarrollo tecnológico no ha arrojado los beneficios a la sociedad en lo que se refiere a mejorar sus condiciones de vida y el cuidado del medio ambiente. En este contexto es donde la educación y la cultura, apoyada por el acceso a la información de la sociedad, cobra importancia pues permitirá a las comunidades analizar, reflexionar, planear su futuro su desarrollo con una visión sustentable. *“Promover el desarrollo actual sin comprometer las condiciones de bienestar de las generaciones futuras”* es el postulado del desarrollo sustentable. El conocimiento integral permitirá tomar decisiones integrales, pero ¿cómo lograr que las comunidades tengan acceso a los avances del conocimiento?. Por una parte es responsabilidad del gobierno establecer las políticas públicas que permitan crear programas para fortalecer la educación y la cultura tanto la formal como la no formal. En esta última es



donde se deberán de incluir estrategias de información a través de los diversos medios de comunicación, en donde participen, además de los programas gubernamentales, las instituciones generadoras del conocimiento nuevo como las universidades y centros de investigación.

Una sociedad informada es capaz de tomar decisiones individuales y grupales

El acceso a la información de calidad propiciará que la sociedad se apropie del conocimiento integral, lo cual coadyuvará a elegir sus propias normas y a valorar los recursos naturales y el medio ambiente y mejorar sus condiciones de vida. Si se logra instaurar un programa cultural que promueva el análisis, la reflexión sobre el mundo que nos rodea, la búsqueda de la tecnología apropiada, el uso racional de los recursos, entre otros, se logrará en un futuro inmediato una sociedad integrada, participativa y democrática, una cultura sustentable. Una sociedad informada y con cierto grado de preparación es capaz de tomar decisiones integrales individuales y grupales.



CULTURA SUSTENTABLE, EDUCACIÓN Y VALORES

El crecimiento acelerado y el desarrollo científico y tecnológico ha impactado a la naturaleza y a la sociedad en general. El impacto se relaciona con el uso y sobre-uso directo de los recursos naturales y como producto de las actividades humanas. La forma como se produce esta influencia depende del tipo de organización social, de los sistemas productivos, de los valores y formas de sentir y de los comportamientos, tanto individuales como sociales. Los conjuntos de estos elementos son, normalmente, denominados como “las culturas humanas”. Todo intento de cambiar el comportamiento social que pretenda ser eficaz debe de apoyarse en estrategias de acción educativa. La educación es el instrumento social más eficaz para preservar o modificar valores y pautas de comportamiento.

En el caso del cuidado del medio ambiente la educación es particularmente importante, pero el conocimiento científico y tecnológico es insoslayable. En esta complementación ciencia-conocimiento-sustentabilidad está la solución a muchos problemas que aquejan a la sociedad contemporánea. En la práctica, para resolver los problemas que se relacionan con las actitudes sociales e individuales, es necesario utilizar los medios de comunicación y enfoques persuasivos de máximo impacto. De esta forma se pueden transformar en instrumentos que permitan lanzar campañas efectivas para proveer un cambio de actitud y de actividades humanas.

Todo proceso formativo implica un proceso de comunicación, el papel de las diversas formas de comunicación social es, por lo tanto, trascendente en el propósito de lograr una mejor comprensión entre la población en general acerca de las relaciones de sociedad, naturaleza y las implicaciones de las acciones sociales en el acertado manejo de los recursos naturales, hacia una mejor calidad de vida de todos. La comunicación, así entendida, debe de hacerse de manera profesional, haciendo partícipe a la comunidad académica de las instituciones en donde se genera el conocimiento nuevo y se realizan investigaciones. La comunicación académica tendrá como objetivo central contribuir con elementos de juicio y fundamentos racionales para la planificación, puesta en marcha, seguimiento y apoyo a procesos de recuperación, mejoramiento y gestión racional de los factores que caracterizan el ambiente, el desarrollo a escala humana y la calidad de la vida, con el compromiso y participación activos de todos los miembros de la comunidad, es decir, debe formar y despertar la conciencia así como ayudar a los grupos sociales a que adquieran una mayor sensibilidad en general de los problemas conexos y fomentar el desarrollo integral; descubrir y cultivar las aptitudes de la gente para resolver problemas, planear, organizar, investigar y tomar decisiones por sí mismas y colectivamente; estimular la participación al ayudar a la gente y los grupos sociales a profundizar el sentido de responsabilidad y expresarlo decididamente en la búsqueda de alternativas para lograr una relación sociedad-naturaleza-desarrollo equilibrada, con miras hacia el desarrollo sustentable a escala humana; desarrollar la capacidad de evaluación para evaluar los recursos en función de factores ecológicos, políticos, económicos, sociales, estéticos, culturales y educativos.

PROGRAMA DE COMUNICACIÓN PARA LA EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE

La Universidad de Sonora, creada hace 63 años, cuenta con programas de extensión de la cultura, los servicios y vinculación que le han permitido incidir significativamente en la educación y la investigación en el estado por lo que, ante esta necesidad, refuerza sus proyectos para avanzar hacia una “sociedad sustentable” basada en la educación y la cultura. Cuenta con

programas de posgrado en Desarrollo Sustentable e Ingeniería Ambiental en los programas de la División de Ingeniería lo cual ha permitido tener una presencia en los diversos sectores de la sociedad.

Afortunadamente, desde mediados de 2005, las entidades gubernamentales a nivel federal estatal crearon oficialmente el Plan Estatal de Educación Ambiental, Capacitación y Comunicación para el Desarrollo Sustentable, lo mismo fue para la mayoría de los estados del país, lo que significa un marco político para llevar a cabo acciones de colaboración institucional en el estado y con otros países. Con el Plan Estatal se crea un Consejo Estatal integrado por los diversos sectores de la sociedad: dependencias federales, estatales, municipales, educativas de investigación, entre otros. Relevancia especial merece al programa de Comunicación en Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable el cual deberá de formular un proyecto que incluya lo siguiente: utilizar los medios de comunicación escritos, electrónicos, espacios físicos, museos interactivos, exposiciones itinerantes, conferencias, cursos, talleres, programas de radio, televisión, audiovisuales, revistas, folletos, turismo capacitación, foros, encuentros, dirigido a públicos diversos, desde niños, jóvenes, adultos y sociedad en general.

OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE COMUNICACIÓN

Sobresalen los siguientes:

- Que el Estado de Sonora cuente con un programa estratégico en materia de comunicación para el desarrollo sustentable, para fortalecer la educación y la cultura de la sociedad, con énfasis en el sector productivo y educativo de todos los niveles haciendo partícipes a todos los sectores de la sociedad.
- Fomentar la vinculación de los sectores de la sociedad dedicados a la educación, la cultura, la investigación, para realizar acciones de divulgación y/o comunicación, conjuntas de colaboración.
- Integrar en un esfuerzo común a los programas institucionales y a los medios masivos de comunicación, prensa, radio, televisión, etcetera.
- Profesionalizar a través de la capacitación a los investigadores, comunicadores, periodistas, productores y editores.

- Abrir nuevos espacios en los medios de comunicación para los temas de educación y cultura sustentable utilizando las nuevas tecnologías.
- Conformar una estructura de colaboración en Red Estatal a través de la creación de regiones de enlace que involucren a la totalidad de los municipios del estado, con los cuales se elaborarán acciones específicas de colaboración.

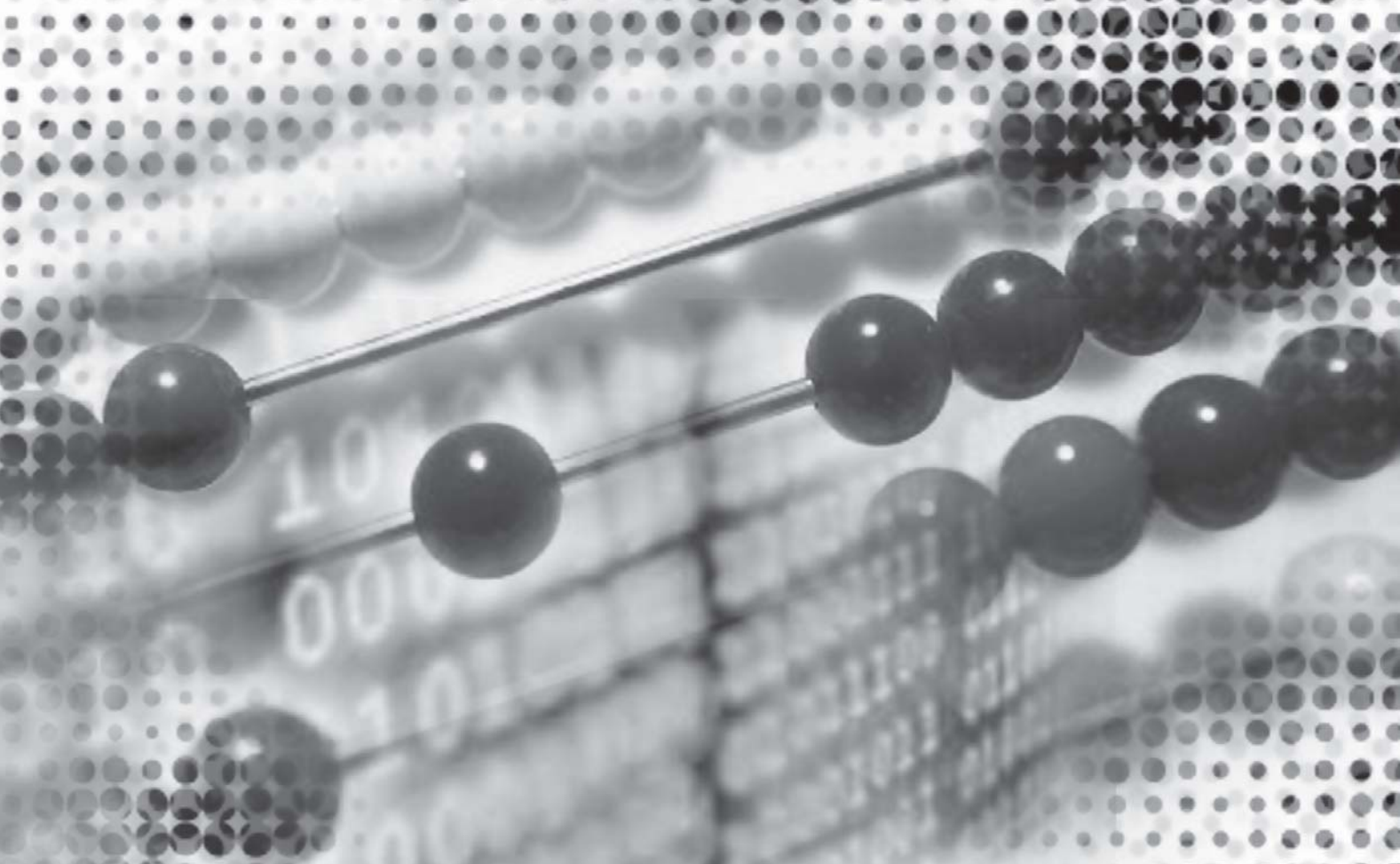
EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES

La Universidad de Sonora, máxima casa de estudios del estado, forma parte del Consejo Estatal, en particular, la División de Ingeniería a través de la Coordinación de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica, lo que viene a reforzar el programa de extensionismo y vinculación con la sociedad, pues considera este apartado como uno de los prioritarios en el que es necesario incidir y articular esfuerzos.

El uso racional de los recursos naturales, el desarrollo social y el cuidado del medio ambiente son los elementos esenciales que deben de incluirse en los planes de desarrollo económico. La educación y la cultura son los pilares sobre los que se sustenta el desarrollo y hace viable al desarrollo sustentable. Es por eso que el proceso de comunicación que se expone y el papel de las universidades, cobran especial relevancia y garantizan un impacto positivo en la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. UNESCO. 9 de Octubre de 1998. C. César y D. Paul.
- Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. UNESCO, OEI. 1999.
- Delors, Jacques, compilador. La educación encierra un tesoro. Colección Educación y Cultura para el Nuevo Milenio. Ediciones UNESCO. México, 1997. 302 pp.
- Documentos oficiales de la Casa de la Cienai, Universidad de Sonora. 2002.
- Perspectiva y Responsabilidad de la Universidad en América Latina. Documentos de la VII Asamblea General de La Unión De Universidades De América Latina. 7 al 11 de noviembre de 1976. México, 1977. 329 pp.
- Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad de Sonora 2006-2009.
- Programa de Extensión de la Cultura y los Servicios. ANUIES.
- Leff Enrique (coordinador)La complejidad ambiental, La Complejidad ambiental en la universidad, Javier Rojas, pp.193-215.Plan Estatal de Educación Ambiental. Pagina Web. www.semanat.gob.m



¿Cómo se llegó al concepto de número y cuál fue su evolución?, ¿cómo se han representado los números a través de la historia?. ¿Qué importancia tienen los números dentro y fuera de las matemáticas?. Todas estas preguntas son las que trataremos de responder en este artículo.

DE NÚMEROS, NUMERALES Y MATEMÁTICAS

La primera actividad matemática a la que se enfrentan los niños es el conteo; su primera hazaña es contar hasta diez, pero su madurez y su capacidad de abstracción se van desarrollando poco a poco, así que ese primer logro matemático consiste, en realidad, en el aprendizaje de memoria de diez nombres, cuyo significado irán comprendiendo después paulatinamente a través de numerosos ejemplos, pues se trata de un concepto muy abstracto.

Los adultos, a propósito de números, tendemos a confundir varias cosas en una sola: a) El número mismo, que es la propiedad que comparten todos los conjuntos que tienen la misma cantidad de elementos, b) los nombres de estos números, los cuales varían según los idiomas, c) los numerales o símbolos que usamos para representarlos, y d) los sistemas de numeración o conjuntos de reglas que permiten escribir y reconocer los números, partiendo de un grupo de signos.

MAT. MARCO ANTONIO VALENCIA ARVIZU

Mat. Marco Antonio Valencia Arvizu
Lic. en Matemáticas por la UNISON
Maestría en Ciencias con especialidades
en Probabilidad y Matemática Educativa
en el CINVIESTAV
Rector de la Unison 1989-1993
mvalencia@gauss.mat.uson.mx



CONTAR Y MEDIR

Así como sucede con los niños, lo más probable es que la primera actividad matemática del hombre haya sido la de contar. Al principio distinguía entre uno y muchos; luego entre uno, dos y muchos; después entre uno, dos, tres, cuatro y muchos, hasta que tuvo la capacidad de contar cantidades mayores. Los idiomas guardan todavía información de estos primeros tiempos; mientras que la mayoría de ellos sólo distinguen entre singular y plural, otros conservan distintos tipos de plural, como el griego, que distingue entre dos y más de dos, y el ruso y otros idiomas eslavicos que diferencian el plural de dos a cuatro del plural de más de cuatro. El hecho de tener cinco dedos en cada extremidad influyó de manera determinante para que el hombre contara en grupos de cinco, de diez o de veinte elementos.

Según hallazgos arqueológicos, el hombre, el *homo erectus*, surgió en África hace unos dos millones de años, y ya con sus características actuales, el *Homo sapiens*, también en África, apareció hace unos doscientos mil años, como lo confirman los estudios genéticos realizados durante la última década. En Vêstonice, localidad de Moravia, en la actual República Checa, se encontró en 1937 un hueso de lobo con 55 ranuras, acomodadas en dos hileras, la primera de 25 y la segunda de 30; en la primera hilera las estrías se hallan en grupos de cinco, clara prueba de que fue utilizada para contar; su

antigüedad fue estimada en 35,000 años. Es un hecho aceptado que los primeros conteos no correspondían a números abstractos, sino que los números eran indisociables de las cosas; así, se podían referir a cinco lobos, cinco osos o cinco pieles, tomando al cinco como un adjetivo calificativo, pero sin ningún significado de sustantivo, propio, abstracto.

Esta época coincidió con la domesticación del fuego y la fabricación de herramientas de piedra; el hombre vivía de la caza, la pesca y la recolección, y se le conoce como período Paleolítico.

El período Neolítico comenzó hace unos 12,000 años, con la fusión de los hielos de la última glaciación, cuando el hombre adoptó un papel más activo frente a la naturaleza y dio inicio a la agricultura, lo que llevó a una serie de cambios sustanciales en su forma de vivir. Comenzó a hacerse sedentario, a formar aldeas, a guardar e intercambiar alimentos. La relación de los ciclos agrícolas con los ciclos climáticos condujo a la medición del tiempo, dando origen a los primeros calendarios, y el manejo de las cosechas, a establecer un sistema de pesas y medidas. Medir es establecer una unidad y observar cuántas veces cabe en una determinada longitud, en una superficie, en un volumen, en el tiempo. Contar puede considerarse como la manera de medir la multiplicidad de las unidades que integran un conjunto o grupo de cosas. Después de contar, medir fue tal vez la segunda actividad matemática del hombre.

LOS PRIMEROS SISTEMAS DE NUMERACIÓN

Entre el octavo y el cuarto milenio antes de Cristo, la necesidad de intercambiar mercancías y de llevar un control de las existencias, condujo a idear y lentamente mejorar una colección de símbolos para denotar el tipo de mercancía y su cantidad. Este sistema dio origen, a mediados del cuarto milenio, a una protoescritura. En este milenio ocurrieron otros descubrimientos trascendentales como la rueda, los carros de tracción animal y la fundición de los metales. Nacieron las primeras grandes ciudades, y con ellas, las primeras civilizaciones y los primeros imperios, la necesidad de una burocracia y el cobro de impuestos; hacia finales del milenio surgieron la escritura y los primeros sistemas de numeración.

El sistema de numeración egipcio utilizaba símbolos para los múltiplos de 10 y repeticiones de éstos para representar cualquier número, hasta del orden de varios millones. Por ejemplo, el uno era una raya vertical y el millón era un hombre con una rodilla en tierra y los brazos extendidos, para dar la impresión de algo muy grande. Decimos que ese tipo de sistema es yuxtaposicional aditivo porque los símbolos se colocan uno en seguida del otro, sin que la posición relativa de ellos tenga significado alguno, y se suman sus valores. Sólo manejaban fracciones de la forma $1/n$, salvo $2/3$, y para ellos era un problema mayúsculo la división.

Los mesopotámicos, es decir, los pueblos asentados en el actual Irak, ya para el año 2,200 a. de c. contaban con un sistema de numeración con el que podían expresar cualquier número a partir de la repetición de tan sólo dos símbolos: el primero correspondía al uno, y el otro al diez. Su secreto consistió en dar a los símbolos un valor según la posición que ocuparan en el numeral.

Era un sistema sexagesimal, es decir, de base 60. En cada posición se escribía un número del 1 al 59 usando aditivamente repeticiones de los dos símbolos, que se multiplicaba por una potencia de sesenta según su posición. Hacia el siglo III antes de Cristo se introdujo un símbolo para indicar una posición vacía. Durante toda la antigüedad y la Edad Media se usó este sistema para los cálculos científicos y astronómicos, y la medición de la circunferencia en grados, minutos y segundos, así como la división de la hora, son remanentes de ese sistema de numeración. ¿Por qué la base sesenta?, se pregunta uno. La mejor explicación es que sesenta tiene muchos divisores y facilita la partición de una cantidad en partes iguales; tanto el sistema de pesas y medidas como el sistema monetario mesopotámicos eran también sexagesimales.

Los griegos, que tanto hicieron por el desarrollo de la geometría, tuvieron pronto problemas con los números. Para una de las primeras escuelas matemáticas, la pitagórica, del siglo VI a. de c., todo era número, es decir que todo se podía explicar en base a la comparación de números enteros positivos, pero pronto se encontraron que dos segmentos tan sencillos como el lado y la diagonal de un cuadrado no podían medirse con una misma unidad de medida, que eran inconmensurables. En términos aritméticos, eso significa que la raíz cuadrada de 2 no se puede escribir como una *razón* p/q de dos números enteros, es decir, no es un número racional, y por lo tanto se le llamó irracional. Esto los condujo a trabajar con segmentos en lugar de números.

Otro obstáculo para el desarrollo de la aritmética en Grecia fue la introducción, entre los siglos VIII y VI antes de Cristo, del sistema jónico de numeración, que consistía en que cada letra del alfabeto tenía un valor numérico, así

las primeras nueve correspondían a las unidades, las siguientes a las decenas y las siguientes a las centenas. Estos numerales no permitían el manejo de operaciones, por lo que tuvieron que hacer uso del ábaco para realizar cálculos.

El sistema de numeración romano, aunque menos complicado que el griego, tampoco era posicional y usaba letras mayúsculas como numerales: I (1), V (5), X (10), L (50), C (100), D (500), M (1000), que, como se ve, eran potencias de diez con los múltiplos de cinco intermedios. Primero fue solamente aditivo, es decir, se podían repetir los símbolos hasta cuatro y se sumaba su valor, y luego aditivo-sustractivo, con las representaciones IV (4), IX (9), XL (40), etc., que servían para ahorrar espacio. Tampoco este sistema permitía la realización de operaciones y había que recurrir al ábaco.

EL SISTEMA DE NUMERACIÓN DECIMAL

El sistema de numeración que manejamos actualmente tuvo su origen en la India. Aryabhata (476 – 550), en el año 499 se refiere al sistema de numeración decimal observando que los signos “de lugar en lugar, cada uno es diez veces el precedente”. En el año 662 el obispo sirio Severo Sebekt recomienda el uso de este sistema: “por sus valiosos métodos de cálculo y su cómputo que sobrepasa toda descripción. Sólo deseo decir que este cómputo se realiza por medio de nueve signos”. La primera inscripción conocida e irrefutable de estos numerales data del año 595.

Como se observa, el obispo Sebekt sólo menciona nueve signos: la primera ocurrencia indudable del numeral cero en la India corresponde a una inscripción del año 876. Sin

embargo, ya desde el año 458 existe testimonio de este sistema de numeración en el libro *Lokavibhāga* (Las Partes del Universo), un texto cosmológico del movimiento religioso Jaina, en donde los números se expresan mediante los nombres de los diez dígitos, sin símbolos, como si nosotros escribiéramos el número 6203 en la forma seis, dos, cero, tres.

Los árabes iniciaron en el siglo VII su expansión, que los llevó hasta las fronteras de la India por el oriente y todo el norte de África por el occidente; en el año 711 invadieron España, logrando conquistar la mayor parte de su territorio. Un siglo después, los pueblos arábigos iniciaron su despegue científico con la fundación de la Casa de la Sabiduría en Bagdad. Uno de sus primeros miembros fue al-Khwarizmi (780 – 850), quien en el año 825 publicó un libro sobre los números de la India y su manejo; para entonces el sistema estaba completo: un sistema posicional, de base diez, con diez símbolos.

Los árabes introdujeron el sistema decimal en España, de donde lo tomó Gerberto de Aurillac (940? – 1009), quien fue electo Papa en el año 999 y adoptó el nombre de Silvestre II. Su intento por difundir el sistema indoarábigo en Europa fracasó, y tuvieron que pasar todavía dos siglos para que iniciara su penetración definitiva. Fue a raíz de las cruzadas y del comercio con los árabes, principalmente de genoveses y venecianos, que se conoció la ventaja de este sistema, tanto para la representación de los números como para la realización de operaciones con ellos. Se tradujo el libro de al-Khwarizmi y en 1202 se publicó el Libro del Ábaco, escrito por Leonardo de Pisa (1180? - 1250), mejor conocido como Fibonacci. Contrario a su nombre, este libro defendía el uso del sistema decimal para la realización de las

operaciones aritméticas o algoritmos, en contra del uso del ábaco.

Sin embargo, la aceptación del nuevo sistema fue muy lenta, pues se veía con sospecha, como algo pagano e incluso demoníaco. La pugna que se suscitó entre abacistas y algoristas se prolongó por espacio de tres siglos. Fue hasta el siglo XV cuando lograron los algoristas el triunfo total.

EL CONCEPTO DE NÚMERO

Para los griegos, los números representaban la multiplicidad de las cosas; por lo tanto, el uno no era un número, sino la unidad, concepto opuesto al de multiplicidad. El cero no tenía la más mínima posibilidad de ser considerado, ni siquiera como posición vacía, pues su sistema no era posicional. Las fracciones tampoco eran consideradas números, sino razones entre dos números. Los griegos distinguían entre la aritmética y la logística; la primera estudiaba los números y las relaciones entre ellos, la segunda sus operaciones. Con el tiempo la primera se convirtió en lo que ahora se llama teoría de los números, y estudia las propiedades de los números enteros; la aritmética estudia las propiedades de los números reales, en general, y de sus operaciones, y la manera de realizar esas operaciones es estudiada por la algoritmia. Arquímedes (287 – 212) desarrolló en su obra *El Arenario*, un sistema para representar números muy grandes, según él, suficientes como para poder contar el número de granos de arena del universo; esta pasión por los números muy grandes fue muy generalizada en la India.

Los hindúes también consideraron al uno como unidad y al cero como sinónimo de nada (*sunya*); posiblemente lo tomaron de Mesopotamia directamente o a través de Alejandría, donde

Claudio Tolomeo (85 – 165 aprox.) lo utilizaba. El cero, como símbolo para denotar una posición vacía, también lo tuvieron los mayas. Sin embargo, la concepción del cero como un número ocurrió a través del sistema indoarábigo, cuando se logró someterlo a las reglas de operación, junto con los otros nueve dígitos. Ya Brahmagupta (598 – 670) trató de incluir a los números negativos y al cero en las reglas de la aritmética, a él se deben las reglas de los signos para la multiplicación.

En Europa, el cero fue el concepto, con toda razón, más difícil de aceptar. Los árabes tradujeron *sunya* (nada) como *sifr* y de ahí pasó al latín como *zephirum* y luego al español como cero. Era muy difícil aceptar que la nada pudiera ser algo. El descubrimiento del sistema de contabilidad por partida doble, en el siglo XIII o principios del XIV, permitió darle un sentido concreto al cero: los números positivos son haberes, los negativos son deudas y el cero es el punto de equilibrio.

Simon Stevin (1548 – 1620), parece ser el primero en reconocer explícitamente al uno como un número. Tanto el uno como el cero pudieron verse como números cuando su comportamiento estuvo regido por las reglas algorítmicas. Sólo la división entre cero no quedaba permitida.

LOS NÚMEROS TRANSFINITOS

A mediados del siglo XIX, tanto filósofos como matemáticos consideraban al infinito como un proceso interminable, inalcanzable, inabarcable. Al tratar de entender el comportamiento de los números reales y de los puntos de una recta, Richard Dedekind (1831 – 1916) abordó el tema del infinito. Partiendo de la antigua idea de

contar estableciendo una correspondencia de las unidades contadas con las piedritas colocadas en un pequeño montón, definió que dos conjuntos tienen la misma cardinalidad, es decir, el mismo número de elementos, si se puede establecer una correspondencia biunívoca entre ellos, es decir, si a cada elemento de un conjunto se le hace corresponder un único elemento del otro y no sobran elementos en ninguno de los dos conjuntos. Eso equivale a acomodarlos en parejas, con un elemento de cada conjunto, sin que sobren elementos. En una publicación de 1872 define los conjuntos infinitos como aquéllos que tienen la misma cardinalidad que algún subconjunto propio. Por ejemplo, las parejas $(n, 2n)$ establecen una correspondencia biunívoca entre los números naturales $0, 1, 2, 3, 4, \dots$, y los números pares no negativos $0, 2, 4, 6, 8, \dots$, que forman un subconjunto propio, es decir, distinto de los números naturales.

Sin embargo, fue Georg Cantor (1845 – 1918) quien a partir de esta idea empezó a obtener resultados extraordinarios sobre este tema a partir de 1874. Cantor demostró que hay una infinidad de infinitos, pues cada conjunto tiene una cardinalidad menor que el conjunto de todos sus subconjuntos. Un conjunto se dice numerable si tiene la misma cardinalidad que los naturales; por ejemplo, demostró que los racionales son numerables. Cantor demostró que los números reales no son numerables y como la recta tiene la misma cardinalidad de los números reales, a ésta se le llama cardinalidad del continuo. Cantor también demostró que cualquier segmento, cuadrado o cubo tiene la misma cardinalidad del continuo. Finalmente, demostró que todos estos números, a los que llamó transfinitos, pueden ser ordenados y operados, dando lugar a una aritmética transfinita.

Muchos matemáticos rechazaron y hasta combatieron los resultados de Cantor, calificándolos de absurdos e impugnando los métodos de demostración indirectos que utilizaba, principalmente Leopold Kronecker (1823 – 1891), quien se convirtió en su más terrible adversario. Tuvieron que transcurrir dos décadas y muchos disgustos para Cantor hasta lograr que sus trabajos fueran aceptados. David Hilbert (1862 – 1943), el matemático más connotado de principios del siglo XX, describió el trabajo de Cantor como: “el más fino producto del genio matemático y uno de los logros supremos de la actividad humana



puramente intelectual”, y afirmó ante un congreso de matemáticos: “Nadie nos expulsará del paraíso que Cantor creó para nosotros”.

LOS NÚMEROS HOY

El siglo XIX fue crucial para la comprensión de los números desde un contexto muy general. Además de la creación de los números transfinitos, se sistematizaron los números complejos, que habían surgido de la solución de ecuaciones, en el siglo XVI, y se generalizaron a los llamados números cuaternios y a los números de Cayley. Por otra parte, se clasificaron los números irracionales en algebraicos y trascendentes. Son números algebraicos las raíces de ecuaciones de la forma $a_0x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_{n-1}x + a_n = 0$, con coeficientes enteros, como la raíz cuadrada de 2. Cantor demostró que los números algebraicos son numerables, y por lo tanto, son muchos más los no algebraicos, llamados

trascendentes, como π , que es la razón de las longitudes de una circunferencia y su diámetro.

Alrededor de 1872 se logró entender completamente el conjunto de los números reales, cuando se construyeron a partir de los racionales y se establecieron sus axiomas. El concepto de límite se definió entonces a partir de los números reales, dando así al cálculo una base aritmética. La geometría, a través de la geometría analítica ya tenía un sustento aritmético. Así, hacia 1880, el edificio de las matemáticas descansaba casi totalmente en los números naturales, en el sentido de que, en última instancia, sus demostraciones estaban basadas en las propiedades de éstos. En este contexto, se atribuye a Kronecker la afirmación de que: “Dios creó los enteros, el resto es obra del hombre”. Por si esto fuera poco, en 1889, Giuseppe Peano (1858 – 1932) formuló cinco axiomas para la construcción de los naturales, reduciendo así, a ellos, los fundamentos de buena parte de las

matemáticas. El primero de estos axiomas anuncia categóricamente: “El cero es un número”.

En otro orden de cosas, George Boole (1815 – 1864) publicó en 1854 su libro conocido como las *Leyes del Pensamiento*, en donde logra expresar matemáticamente la lógica de proposiciones, dando inicio a la llamada lógica matemática, que alcanzará un gran auge, hasta llegar a Bertrand Russel (1872 – 1970) y David Hilbert. En 1938 Claude Shannon (1916 – 2001) logró aplicar la lógica matemática al diseño de circuitos, con lo que fue posible construir calculadoras electrónicas y circuitos eléctricos y electrónicos de control automático. El surgimiento de las computadoras, en la década de 1940 hizo uso de estos desarrollos. Tanto la parte lógica como la parte aritmética de la computadora se pueden manejar con el uso de dos símbolos: 0 y 1. Al sistema de numeración que utiliza sólo estos símbolos se le llama binario y a estas computadoras se les llama digitales. La idea de digitalizar, es decir, codificar en números, transmitir y descodificar, se va extendiendo a otras áreas, debido a las ventajas que proporciona esta tecnología; así, empezó por las grabaciones de audio en los discos compactos, y luego pasó al cine y la televisión, hasta llegar a las cámaras fotográficas, de modo que casi toda la información que recibimos, sea escrita, en audio, fotografía o video ha pasado por un proceso de digitalización. Por lo tanto, los números están ahora en muchos procesos de nuestra vida cotidiana sin que lo detectemos o lo concienticemos, como en los códigos de barras en los supermercados.

¿Cuáles son los retos que plantean los números en la actualidad? Para empezar, la teoría de los números tiene todavía grandes interrogantes relacionadas con los números primos y los números algebraicos y trascendentes. La hipótesis del continuo, planteada por el propio Cantor, de que no hay un número transfinito intermedio entre lo numerable y el continuo, aun no ha podido ser demostrada. Por lo que se refiere a las computadoras, cada vez se requiere de mayor capacidad de almacenamiento de datos y mayor velocidad de procesamiento, así como métodos de almacenamiento seguros que eviten pérdidas de información después de períodos muy largos. Encontrar algoritmos de procesamiento que permitan operar los números y resolver problemas en un tiempo razonable, la generación de números primos grandes con fines de encriptamiento, la reducción de los errores por el manejo de números aproximados por el sistema binario, son otros retos a considerar, y, desde luego, encontrar nuevas áreas dónde aplicar las técnicas de digitalización.

BIBLIOGRAFÍA

BOYER, CARL B., 1991. *A History of Mathematics*. John Wiley & Sons. Second Edition.

IFRAH, GEORGES, 1998. *The Universal History of Numbers*. John Wiley & Sons

KAPLAN, ROBERT., 1999. *The Nothing That Is. A Natural History of Zero*. Oxford University Press

La Gran Travesía Humana. Shreeve, James . National Geographic en Español, Marzo 2006.

STRUICK, DIRK J., 1987. *A Concise History of Mathematics*. . Dover. Fourth Revised Edition.

LA NECESARIA INTERRELACIÓN ENTRE LA CIENCIA Y LA INGENIERÍA

ROBERTO JIMÉNEZ ORNELAS

La ciencia y la ingeniería siempre han estado interrelacionadas, sólo que hoy esa interrelación es más intensa y en las áreas de frontera hasta se están borrando las diferencias entre el quehacer científico y el quehacer de la ingeniería.

M.C. Roberto Jiménez Ornelas
Lic. en Física con Maestría en Innovación
Educativa
División de Ciencias Exactas y Naturales
de la Universidad de Sonora
rjimenez@fisica.uson.mx

La globalización de la economía ha desatado, intercontinentalmente, un flujo de ideas, gente, conocimientos (especialmente de ciencia e ingeniería), lo que ha ido generando una serie de redes, donde el factor determinante de estas redes es el conocimiento. Por esto, a la nueva economía se le llama economía del conocimiento o sociedad red. La nueva forma de producir el conocimiento se relaciona con la interdisciplinariedad, en particular, con la de las ciencias y las ingenierías. La ciencia y la ingeniería siempre han estado interrelacionadas, sólo que hoy esa interrelación es más intensa y en las áreas de frontera hasta se están borrando las diferencias entre el quehacer científico y el quehacer de la ingeniería.

LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

Algunos autores sostienen que la humanidad ha tenido tres grandes etapas: La primera con el descubrimiento de la agricultura; nace alrededor de 12,000 años(1) la especie humana pasó de la recolección de frutos y la cacería, a establecerse cerca de las fuentes de agua para iniciar el cultivo de los frutos y los cereales, junto con la domesticación de los animales y su consumo (2).

La segunda etapa la constituyó la Revolución Industrial hace unos 250 años, donde se trastocó todas las actividades de la humanidad, desde el comercio y la política hasta la cultura. El motor generador de este cambio fue la máquina de vapor, que concentró en las ciudades a la población a las actividades de manufactura, desapareciendo la importancia económica de las aldeas. Se pudo llevar a cabo un comercio más amplio y profundo por medio de los buques y ferrocarriles de vapor. También emergió una

nueva clase política y económica destronando a los reyes, acumulando capital y expandiéndose como nunca antes en la Historia.

La tercera etapa es la que estamos viviendo actualmente y se inició hace unos 50 años con una revolución a la que se le han dado diferentes nombres: la Revolución Científico-Técnica, Sociedad de la Información, Sociedad del Conocimiento, entre otros. Esta última revolución es llamada del conocimiento, ya que el motor de cambio consiste en incorporar el conocimiento a los sectores de la producción, en especial el conocimiento científico y técnico. Las consecuencias de esta tercer etapa la estamos viviendo, con cambios que van desde el ámbito de trabajo hasta el familiar.

LA GLOBALIZACIÓN.

Es un fenómeno que tiene raíces antiguas, desde el imperio de Alejandro Magno, pasando por el descubrimiento de América, y la expansión del mercado del siglo XIX. Pero lo nuevo de este fenómeno, en nuestros días, es que tiene características intercontinentales y la aceleración de los descubrimientos y la innovación es cada vez más vertiginosa.

Esta situación se ha visto fortalecida por el desarrollo de la ciencia y la ingeniería, principalmente los avances en las ciencias de la información y las telecomunicaciones. En actividades que van desde el Internet hasta el transporte barato, lo que ha permitido acortar las distancias y el tiempo, haciendo más estrechas las ligas entre los actores de la producción. Además influye en los cambios de organización y estructuras de las actividades sociales, políticas, culturales y económicas.

Una de las razones de la permanencia del capitalismo es que tiene, como principal fuerza propulsora, el cambio revolucionario de su base tecnológica. En esta fase del desarrollo del capitalismo, al conocimiento se le ha dado un valor de primer orden. Y la base tecnológica está fundada en el desarrollo de la ciencia y la ingeniería y en sus interrelaciones.

De tal manera que la globalización se le ve, cuantitativamente, como una simple extensión de las relaciones internacionales; otra visión cualitativa lo considera un fenómeno dotado de formas históricas específicas (3).

TIPOS DE PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO

Debido a que el conocimiento y su inserción a la producción adquiere un papel relevante en todos los campos del quehacer humano, es importante detenerse en las formas como se produce. Gibbons establece que ha aparecido un nuevo modo de producción del conocimiento. Sin calificarlo, comenta que se está llevando a cabo con mayor frecuencia en los campos de la ciencia-tecnología y entre los líderes de estos campos. Los cambios que está produciendo este nuevo modo de producción del conocimiento son profundos, llegando hasta cuestionar a las instituciones que se dedican a la producción de conocimiento, como lo son las universidades, laboratorios de investigación de las grandes empresas y centros de investigación.

Gibbons (4) llama al modo 1 de producción del conocimiento cuyo modelo es la física empírica y la matemática newtoniana y que ha ido creciendo hasta imponerse en los más variados

sistemas de investigación, de tal manera que las nuevas ciencias que iban surgiendo se calificaban con base a este modelo 1.

El modo 2 es el nuevo modo de producción del conocimiento donde el control de calidad se hace más dependiente del contexto y del uso, adoptando formas más transitorias y temporales, las normas son más fluidas con criterios de excelencia en que el descubrimiento, la aplicación y el uso se encuentran estrechamente integrados, esto debido principalmente a la expansión del mercado para el conocimiento y a la creciente comercialización de la ciencia.

Aquí surge un debate interesante sobre la orientación de la investigación científica en las universidades, algunos investigadores consideran que la universidad pierde autonomía, y otros que a la ciencia se le está considerando como una mercancía más, sujeta a las leyes del mercado. Pero también existe la concepción de que esta interrelación siempre ha funcionado en los países desarrollados y que fortalecerá no sólo al sector productivo, sino al mismo tiempo a la investigación científica y tecnológica.

La nueva forma de producir el conocimiento y la globalización están modificando a varias instituciones, a las empresas reorganizando su producción e insertando el conocimiento científico y técnico en sus productos; a las universidades estructurando el trabajo multidisciplinario de ciencia e ingeniería; y al gobierno, impulsando políticas públicas para la creación de redes de conocimiento de ciencia e ingeniería.

LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA-TÉCNICA

A lo largo de la historia ha existido una relación estrecha de la ciencia con la ingeniería. En los primeros tiempos de la ciencia moderna (siglo

XVII), la ingeniería ya estaba despegando de la artesanía y tenía grandes avances, por ejemplo en los campos de la construcción, la navegación y la guerra.

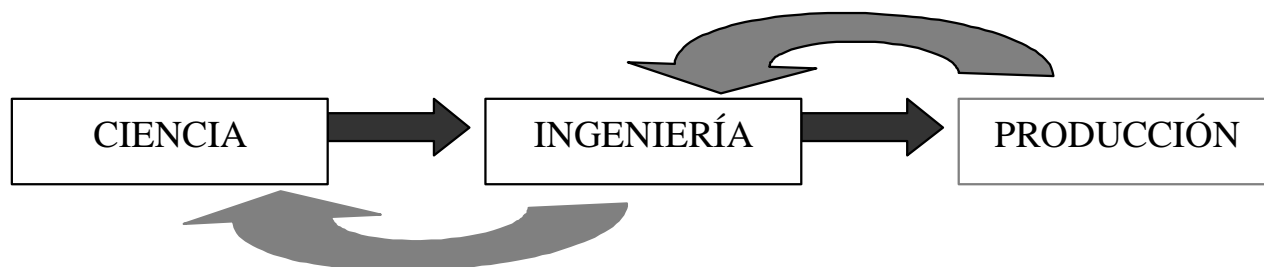
En la Revolución Industrial la ingeniería se adelantó a la ciencia, la máquina de vapor fue obra de los ingenieros-artesanos, los físicos tardaron en explicar los principios científicos en los que se sustentaba este tipo de motor. Pero esta explicación de las leyes de la máquina de vapor desarrolló un área de la física: el de las leyes de la energía, conocida como termodinámica, y así se pudo explicar todo tipo de motores y también, entre otras cosas, calcular su eficiencia.

El electromagnetismo es un ejemplo en sentido contrario, los físicos desarrollaron primero la teoría de los fenómenos electromagnéticos –prediciendo, por ejemplo, las ondas electromagnéticas– y luego los ingenieros construyeron los motores eléctricos y los aparatos de transmisión y recepción de esas ondas electromagnéticas (radares, radios, rayos X, entre otros.)

EL FACTOR CIP

La ciencia la ingeniería y la producción están conectadas en dos sentidos, se retroalimentan, según el siguiente diagrama:(5)

La ciencia entrega sus resultados a la ingeniería para que esta pueda convertirlos en aparatos y dispositivos, y que a su vez puedan ser empleados en el sector productivo. En sentido inverso: el sector productivo necesita de nuevos dispositivos que le permitan acelerar



la producción y también elevar el valor agregado a cada producto, por lo que recurre a la ingeniería. Esta última tiene sus límites cuando se trata de encontrar nuevos materiales o explicaciones más estructuradas y entonces recurre a la ciencia.

LOS CAMPOS DE INVESTIGACIÓN DE FRONTERA

En los campos de frontera de la ciencia-ingeniería como son: la Nanotecnología, Biotecnología, Nuevos Materiales y Robótica e Inteligencia Artificial, la ciencia y la ingeniería están estrechamente relacionados, el avance en estos campos se toma de manera horizontal entre los ingenieros y los científicos. Son campos de vanguardia, donde le hemos arrebatado a Dios o a la Naturaleza la exclusividad en la creación de la vida o de la conciencia.

LA CIENCIA Y LA INGENIERÍA EN LA UNISON

Aunque pertenecemos a diferentes divisiones, los ingenieros y los científicos, tenemos un origen común. Los ingenieros iniciaron en la década de 1950 con el ramo de la agricultura, recibiendo importantes apoyos financieros, por ejemplo la EAG en 1958 aceptaba de la Fundación Rockefeller 160, 000 dólares para el establecimiento de un centro de experimentación e investigación agrícola, llamado Laboratorio de la EAG (6).

Posteriormente y de acuerdo al Plan de Diez Años del gobernador Luis Encinas (ex-rector de la UNISON), se propuso convertir a Sonora de un estado agrícola y ganadero a una entidad industrial, y en acuerdo con la Universidad de Sonora crear los profesionistas que sustentaran a las industrias. En el segundo informe del gobernador Encinas dice que en el plan de industrialización del estado, la preparación de los técnicos de nivel superior estará a cargo de “la escuela de Ciencias Químicas de la UNISON, donde se inició a partir de septiembre de 1962 las carreras de ingeniería industrial, ingeniería química y química industrial.

En el informe de 1963 del rector Moisés Canale, comentaba lo siguiente: “la universidad está preparando ya al profesional de alto nivel para planear, diseñar, operar y promover este (plan de) desarrollo de la entidad”.

Por otro lado, pero casi por las mismas fechas, con la influencia de la ANUIES y la iniciativa de varios académicos se creó la Escuela de Altos Estudios, la idea era convertirse en un centro regional, tomando como experiencia a la Escuela de Altos Estudios de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. La propuesta inicial contemplaba las licenciaturas de Historia, Filosofía y Ciencias Físico-Matemáticas. El rector Canale afirmaba que este proyecto le daría personalidad y una imagen de universidad completa a la UNISON.

En las primeras décadas de vida de la UNISON existió una relación directa entre la preparación de los cuadros profesionales y las necesidades del sector productivo local, como los ingenieros agrícolas y el desarrollo de los “gigantes del desierto”, posteriormente el desarrollo de otras ingenierías como la civil, la industrial estuvieron también estrechamente ligados al desarrollo productivo del estado a través de las políticas del gobierno estatal. Hoy existe la posibilidad, de vincular la ingeniería y la ciencia universitarias, en forma interrelacionada, al sector productivo y contribuir al desarrollo económico de la entidad y al fortalecimiento de la UNISON.

CONCLUSIÓN

Aunque la actual Ley 4, que rige las actividades de nuestra Universidad no contiene las formalidades de interrelación entre diferentes Divisiones, en la práctica esta interrelación ya se está dando y contemplamos fenómenos curiosos como el hecho que los ingenieros estén interesados en cursar el doctorado de física o científicos que encabezan instancias de vinculación con las empresas para el desarrollo de innovaciones tecnológicas.

El presente esfuerzo editorial es uno de los ejemplos, en el área de divulgación de sus conocimientos, de como puede llevarse a la práctica las interrelaciones entre la ingeniería y la ciencia en la UNISON.

(1) Muy recientemente se acaba de descubrir, por investigadores israelíes, evidencias en el Valle del Jordán que muestran que el ser humano comenzó a cultivar árboles y plantas (el higo en especial) un milenio antes de lo que se creía hasta ahora, es decir, hace 12 mil 500 años. El Universal, Miércoles 31 de mayo de 2006

(2) TOFFLERALVIN, 1999: *La tercera Ola*, ed. Plaza & Janes, España

(3) DABATA. A. Y SUÁREZ A. E.: *Globalización, revolución informática y países en desarrollo en Globalización y cambios tecnológicos*. México en el nuevo ciclo industrial mundial, Dabat, Rivera, Wilkie, ed. J. Pablos, México, 2004.

(4) M. GIBBONS: *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*, Sage

Publications. London, 2005.

(5) E. MORIN (1984): *Ciencia con conciencia*, ed. Antropos, España

(6) JIMÉNEZ, R.: *La relación entre la ciencia y la tecnología en la UNISON*. Tesis de Maestría en Innovación Educativa, UNISON, 2003.

CIENCIA FICCIÓN

Este cuento forma parte de los relatos sobre Stonehenge, sitio arqueoastronómico ubicado en Inglaterra

EL RELOJ SOLAR AUSENTE

POR RAÚL PÉREZ-ENRÍQUEZ

Las brasas encendidas en aquel paraje cercano al monumento ardieron toda la noche. Mientras seguíamos platicando, el Sol se hizo presente; cuando apenas la luz del alba me ayudo a distinguir sus ojos café claro y su nariz recta, la agitación volvió a la Planicie de Salisbury. Pocos minutos después, uno podía ver cómo los grupos de personas se alejaban en todas direcciones; confirmándome el carácter festivo y la cobertura de la ceremonia que la noche anterior había yo presenciado. Entre las personas que se retiraban, me sorprendió ver a una joven de rasgos finos, delgada, en quien, a no ser por su piel blanca y ojos azules, habría yo identificado como aquella alumna inquieta, entusiasta, que el Verano pasado realizó una estancia de tres semanas en mi laboratorio.

15

CUENTO

M.C. Raúl Pérez Enriquez.
Maestro de tiempo completo
adscrito al Departamento de Física.
Universidad de Sonora
rpereze@fisica.uson.mx

Caminando al parejo de su familia, ella iba deteniéndose a recoger rocas pequeñas que después de observar, tiraba de nuevo o guardaba, celosamente, en una bolsa de tejido de lana. Me acerqué a ella para preguntarle su nombre:

- Soy Selene - me dijo.

- Qué bello nombre. Yo soy Kubajoname y vengo de muy lejos - dije al estrechar su antebrazo.

- Usted me recuerda a alguien - dijo con una sonrisa en la boca.

- Y tú a mi, también...decía yo cuando me interrumpió.

- Usted se parece a – titubeó un poco - a mi Guía, quien hace meses nos enseñaba el uso del cayado.

Ahí estaba yo, a miles de kilómetros de mi tierra y a siglos de mi tiempo, escuchando a una muchacha hablar del gnomon de manera similar como sucedió en casa. Demasiadas casualidades. Algo me decía que yo oía lo que deseaba escuchar... Una tras otra, las ideas iban y venían sin que yo supiera lo que pasaba; ni en qué o quién podría yo confiar. Giré mi cabeza en busca de Julia; quería saber si aún estaba yo ahí, en Stonehenge. Al verla, sentí de nuevo el sosiego. Sin embargo, no pude detener mi mente, la cual en viaje relámpago me llevó al patio que está junto al edificio de geología; me llevó al 21 de junio pasado, todo sucedió al tiempo que volví mi vista de nuevo hacia la muchacha:

“La actividad que desarrollaremos ahora, será la identificación del Norte verdadero mediante el uso de un gnomon. Veremos la manera en que este poste de 2.4 metros de altura, fijo en el suelo y que nos permite amarrar la red de Voleibol, se constituirá en un instrumento de medición que traducirá la altura del Sol en el cielo, nuestro mesurando, en una señal de salida observable y medible.”

La alumna se adelantó a sus compañeros y dijo:

- Entonces, el poste es un gnomon que juega el papel de transductor de entrada; éste convierte la luz que viene del Sol, señal de entrada, en una sombra; es decir, en una señal de salida.

- Muy bien - dije yo mientras en mi mente aparecía el diagrama de bloques que representa el diseño conceptual de un instrumento.

- Esta señal de salida se proyecta en el suelo que viene a ser algo así como el despliegue o transductor de salida - continuó ella entusiasmada por la comprensión de los conceptos que hacía algunas horas había leído al preparar la observación.

- ¿Cómo es que encontramos el Norte? - inquirí.

- Nuestra ubicación en el Hemisferio Norte, aquí en Hermosillo, y por encima del trópico de Cáncer, obliga a que la trayectoria del Sol a mediodía pase por el Sur – contestó, y después, apuntando con su mano izquierda la sombra del gnomon, agregó - la sombra en ese momento será la más corta del día.

- Ahora bien, como la altura del Sol sobre el horizonte cambia en el transcurso del día - extendí la explicación - podemos construir un instrumento para medir el Tiempo transcurrido midiendo la dirección de la sombra; podemos fabricar un Reloj de Sol – recordé haberle dicho.

También me volvió a la mente la manera de cómo durante los siguientes días analizamos el movimiento del Sol, obteniendo la Altitud y Azimut con un programa de computadora. Y cómo, finalmente, ella elaboró su propio reloj que encantada de la vida se llevó a casa.

Por eso, en ese momento frente a esta otra muchacha, se me ocurrió preguntarle:

- Selene, ¿me podrías decir el uso que dan al cayado? ¿Acaso es un reloj?

- ¿Reloj, qué es un reloj? - y sin esperar a obtener respuesta, continuó - No, señor, nuestro uso del cayado es como ayuda para encontrar el camino durante el día; por las noches, usamos las estrellas.

Y ante mi asombro, continuó diciendo:

- También lo podemos usar para saber la estación del año en que nos encontramos - y en un tono de voz que yo ya había escuchado en Julia, expuso la siguiente explicación:



Si esperas hasta el momento en que la sombra del cayado alcanza su tamaño más pequeño, podrás saber, según el tamaño de dicha sombra, qué tan pronto se presentará el inicio del nuevo año.

En ese momento relacioné la explicación de Selene con una frase que mi acompañante había dicho la noche anterior, acerca de la forma en que los guías habían determinado las dimensiones del monumento, a partir de la longitud de las sombras de Verano e Invierno; a partir de la sombra del Solsticio de Invierno y la del Solsticio de Verano que son la más corta y larga del año, respectivamente, para ser más preciso.

Este sitio no fue escogido por casualidad, porque aquí en Stonehenge la diferencia entre estas dos sombras mide tres veces la longitud del gnomon. Es por ello que la altura del Gran Trilito alcanza poco más de siete metros, 7.32 metros para ser exactos. La simple suma algebraica de las sombras es la clave para entender este complejo monumento.

¿Por qué no habían llegado al uso del gnomon como reloj si dominaban de manera tan especial sus características?

- El Sol ha salido ya, debemos seguir nuestro camino - dijo su madre interrumpiendo la explicación de su hija.
- Me parece que usted podría enseñarme muchas cosas pero me tengo que ir - expresó ella en un tono un poco triste.
- Y yo de ti - le dije – como aprendo siempre de mis alumnos.

Cuando se había alejado algunos metros, gritó, “me tiene que explicar lo que es un reloj”; mientras su padre insistía: “Apura hija que tenemos que llegar a Devizes antes del anochecer”.

Ahí nos quedamos Julia y yo, agitando nuestras manos en el aire. Nosotros no teníamos la obligación de partir como el resto de la población. A nosotros, los Guías nos habían autorizado a permanecer algunos días más en esas tierras sagradas.

Efectivamente, esta gente aún no necesitaba el reloj. Sus actividades cotidianas se iniciaban con la luz del día y finalizaban al caer la noche, con el crepúsculo. A mediodía, bastante fácil de identificar, seguramente, detenían su labor para tomar un descanso. Con actividades tan fácilmente programadas, ¿para qué podrían necesitar el reloj? ¿Hasta dónde podría llegar su concepto de tiempo? Estaba claro para mí que las épocas del año tenían su significado, tanto así que regresaban a estos parajes para acudir con precisión a los festejos. Con esas preguntas rondando mi cabeza miré a Selene alejarse junto a sus padres hasta perderse entre los arbustos.